LUCIANO PEREIRA DA SILVA

Astronomia dos Lusiadas

V. 1915

IMPRENSA DA UNIVERSIDADE
COIMBRA, 1915

A ASTRONOMIA

DOS

LUSÍADAS

Luciano A. Pereira da Silva
Professor da Universidade de Coimbra

A ASTRONOMIA

DOS

LUSÍADAS



COIMBRA
IMPRENSA DA UNIVERSIDADE
1915

Separata da *Revista da Universidade de Coimbra.*
Vol. II-IV

LUCIANO PEREIRA DA SILVA
Professor da Universidade de Coimbra

Astronomia dos Lusiadas

V. Q. 1915

IMPRENSA DA UNIVERSIDADE
COIMBRA, 1915

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL

PREFÁCIO

Quanto mais se estudam os *Lusíadas*, mais evidente se torna a verdade com que o poeta, ao terminar o último canto, diz:

> Nem me falta na vida honesto estudo
> Com longa esperiencia misturado,
> Nem engenho, que aqui vereis presente,
> Cousas que juntas se achão raramente.

Com efeito, êle aliava ao seu engenho poético um vasto saber. A êste respeito emite o escritor inglês sr. K. G. Jayne, num livro recente e a propósito da estada de CAMÕES em Coimbra, a seguinte opinião [1]:

«A maior parte dos poemas, mais tarde escritos, foram compostos longe de bibliotecas, numa época em que os livros eram preciosidades; apesar disso, êle mostra um completo conhecimento da literatura e mitologia clássicas, da história, da geografia, da astronomia, e das literaturas de Portugal, Espanha e Itália. A sua familiaridade com

---

[1] «Most of the poems written later in his life were composed far from libraries, in an age when books were luxuries; yet he shows an intimate knowledge of classical literature and mythology, of history, geography, astronomy and of the literatures of Portugal, Spain and Italy. His familiarity with at least nineteen Greek and Latin authors has been demonstrated, and some of them must have been read in the original, as they had never been translated. This learning must have been acquired at Coimbra; it is a testimonial not only to his diligence and power of memory, but equally to the thoroughness with which Coimbra had realised the ideals of Humanism». K. G. Jayne, *Vasco da Gama and his successors*, 1460-1580, London, 1910, pág. 253.

dezanove autores gregos e latinos, pelo menos, está demonstrada; e alguns dêles devem ter sido lidos no original, pois não tinham nunca sido traduzidos. Êste saber deve ter sido adquirido em Coimbra, e é testemunho não só do seu estudo e da sua memória, mas também da perfeição com que Coimbra realizara os ideais do Humanismo».

O nosso estudo mostra que Camões tinha um conhecimento claro e seguro dos princípios fundamentais da astronomia, como ela se professava no seu tempo. Êle tinha até por esta sciência um gôsto especial, pois o que sobretudo inveja aos que gozam a vida tranqüila do campo é poderem dedicar-se à astronomia, como manifesta na Elegia III[1]:

Ditoso seja aquelle que alcançou
Poder viver na doce companhia
Das mansas ovelhinhas que criou!

Este bem facilmente alcançaria
As causas naturaes de toda cousa;
Como se gera a chuva e neve fria:

Os trabalhos do sol, que não repousa;
E porque nos dá a lũa a luz alhêa,
Se tolher-nos de Phebo os raios ousa:

E como tão depressa o Ceo rodêa;
E como hum só os outros traz comsigo;
E se he benigna ou dura Cytherêa.

Bem mal pode entender isto que digo,
Quem ha de andar seguindo o fero Marte,
Que sempre os olhos traz em seu perigo.

O livro de iniciação na sciência astronómica era, no seu tempo, a *Sphaera* de Sacrobosco, de que corriam várias edições latinas comentadas. O *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes, publicado em 1537, contêm a tradução portuguesa desta obra. Não era porêm a primeira vez que ela era traduzida. Os manuais náuticos, chamados *Regimentos*, que usavam os nossos marinheiros, eram acompanhados dum *Tratado da spera do mundo*, que era a obra de Sacrobosco, vertida para português, como se vê no *Regimento* da Biblioteca de

[1] É a Elegia que começa «O poeta Simonides fallando», a que adiante (págs. 153 e 154) também nos referimos.

Munich[1] e no *Regimento* da Biblioteca de Évora. Pedro Nunes não se limitou porêm a traduzir. Acrescentou ao texto original anotações que o modificam em vários pontos. As ideias astronómicas de CAMÕES são as do texto de Sacrobosco, com as modificações contidas nas notas de Pedro Nunes. Assim o *Tratado da Sphera* dêste ilustre matemático pode considerar-se a principal fonte astronómica dos *Lusíadas*.

Se a *Sphaera* era o livro destinado aos que queriam abordar o estudo da astronomia, os *Reportórios dos tempos* dirigiam-se ao grande público, que neles encontrava os dados astronómicos necessários à vida prática e as tão apreciadas indicações de astrologia judiciária sôbre as várias influências de signos e planetas. O *Reportório dos tempos* de Valentim Fernandes, cuja publicação começou pelo ano de 1518 e que parece ter sido a primeira obra portuguêsa dêste género, era bem conhecido do poeta. A *Chronographia o reportorio de los tiempos* de Jerónimo Chaves começou a publicar-se em Sevilha em 1548. O *Reportório dos tempos* de André do Avelar é já posterior à morte de CAMÕES, mas em grande parte tradução do livro de Chaves.

As ideias fundamentais astronómicas expostas nesta obra por Avelar, bem como as que se conteem na sua *Sphaerae utriusque*, destinada ao ensino universitário, são as mesmas dos *Lusíadas*. Assim o sistema astronómico do poema é o que Pedro Nunes professava na Universidade e o mesmo que aqui continuou depois professando André do Avelar.

Não há que censurar o poeta por não seguir o sistema de Copérnico, cuja obra *De revolutionibus orbium coelestium* foi publicada em 1543. A doutrina copernicana, longe de ser logo aceite, foi até ao fim do século XVI objecto de grande discussão. Só no século XVII ela foi definitivamente adoptada depois que Galileu inventou a luneta, com a qual se viram as fases de Vénus, os satélites de Júpiter e as manchas do Sol, que tornaram manifesto o movimento de rotação do globo solar. Não se pode exigir de CAMÕES o que não fez o célebre matemático Pedro Nunes, que, conhecendo a teoria de Copérnico, continuou seguindo a de Ptolomeu.

---

[1] *Regimento do estrolabio e do quadrante. Tractado da spera do mundo.* Reproduction fac-simile du seul exemplaire connu appartenant à la Bibliothèque royale de Munich. Munich, Carl Kuhn, 1914. Deve-se ao sr. Joaquim Bensaúde a iniciativa desta formosa reprodução.

Nem se podem aceitar apreciações como a de Oliveira Martins que, depois de transcrever as estâncias X, 81 e I, 21, diz:

«Mas se a cosmographia é phantastica, a geographia pelo contrario é, por via de regra, verdadeira»[1].

A cosmografia dos *Lusíadas* não é fantástica. A doutrina de Ptolomeu não foi uma pura fantasia, foi uma verdadeira teoria scientífica, que se prestava admiravelmente aos cálculos astronómicos e se manteve emquanto esteve de acôrdo com os resultados da observação. Depois foi abandonada. Tal é o destino das teorias scientíficas, que, sendo simples resumos dos factos observados, se vão modificando com o aperfeiçoamento dos meios de observação e o conhecimento de novos factos. É assim que os nomes de Ptolomeu, Copérnico, Kepler e Newton marcam as transformações sucessivas da sciência astronómica. E continuar-se-há, sem que, nos séculos futuros, as nossas teorias de agora possam ser classificadas de fantásticas. A astronomia dos *Lusíadas* representa a sciência do tempo, que Camões adquiriu com o seu «honesto estudo».

As indicações astronómicas são sempre feitas pelo poeta numa forma bela e concisa, e com perfeito rigor. É notável, sob êste triplo aspecto, a primeira parte de V, 24:

> Mas ja o Planeta que no ceo primeiro
> Habita, cinco vezes apressada,
> Agora meyo rosto, agora inteiro
> Mostrára, em quãto o mar cortava a armada.

Esta passagem nunca foi devidamente explicada. Acabamos por averiguar que Camões exprime êste facto verdadeiro: nos *quatro* meses, decorridos entre a partida de Lisboa e a chegada à Angra de Santa Helena, *cinco* vezes a lua passara de quarto crescente a lua cheia, como explicamos no Cap. VII (págs. 74 a 80). Folheando as páginas do lunário contido no *Almanach perpetuum* de Zacuto, obra famosa impressa em Leiria em 1496, o poeta fixou a sua atenção na tábua relativa ao ano de 1497 e exprimiu naqueles quatro versos a informação assim colhida. É um exemplo notável do seu amor pela verdade e do interesse que os fenómenos celestes lhe mereciam.

---

[1] Oliveira Martins, *Camões, os Lusiadas e a Renascença em Portugal*, Pôrto, 1891, pág. 235.

As investigações que fizemos a propósito de V, 14:

> Ia descuberto tinhamos diante
> Là no novo Hemispério nova estrella
> Não vista de outra gente, que ignorante
> Algũs tempos esteve incerta della,

levaram-nos ao reconhecimento da origem portuguesa do *Cruzeiro do Sul*, que deixamos demonstrada nos Capp. IX e X. A descoberta desta constelação e do seu uso náutico revela o saber dos nossos marinheiros. CAMÕES enaltece êste honroso facto, que importa tornar bem conhecido.

Julgamos que deixa completamente esclarecidas todas as passagens astronómicas do poema êste nosso trabalho, para o qual também serviu de incentivo entendermos que os *Lusíadas* devem ser aproveitados para o ensino da cosmografia nos liceus. No nosso curso de «Mecânica celeste» da Universidade, que começamos pela história das sucessivas teorias astronómicas até ao aparecimento da lei de Newton, costumamos ler, a propósito do sistema de Ptolomeu, a bela descrição da máquina do mundo do canto X. Assim, em vez de fatigarmos os discipulos com uma árida exposição de excêntricos e epiciclos, os conservamos atentos com prazer e vivamente interessados, sob a influência da arte admirável com que o poeta resume a concepção ptolomaica. Análogamente se pode proceder nos liceus. No Cap. VII, intitulado «O zodiaco», se mostra como nos *Lusíadas* se encontram descritos todos os factos fundamentais da astronomia. As diferentes noções elementares desta sciência poderão ser introduzidas a propósito da leitura das estâncias que a ellas se referem. Despertada a curiosidade dos alunos, êles aceitarão com prazer a explicação. A leitura, por exemplo, da estância V, 24, atrás citada, é excelente ocasião para a explicação das fases da lua.

É natural objectar-se que CAMÕES segue a doutrina de Ptolomeu e por isso o seu poema não pode já servir para auxiliar o estudo da cosmografia. A objecção não tem valor. Os pedagogistas modernos entendem que o aluno tem de percorrer, nas suas linhas gerais, o mesmo caminho que a humanidade seguiu na elaboração de qualquer sciência. Em vez de ser um recipiente passivo de teorias já feitas, deve êle ser levado a tomar uma atitude de investigador activo, interessado em bem observar os fenómenos e formular êle próprio as leis naturais. É o processo de redescoberta. Assim, na astronomia, a observação directa dos fenómenos celestes levá-lo-há primeiro à concepção ptolomaica. A concepção copernicana virá depois naturalmente.

O método de investigação directa, chamado «método de laboratório» desperta um interesse e entusiasmo difíceis de obter por outros meios [1]. Para o seu emprêgo não é necessário um observatório munido de bons telescópios. Basta um lugar de vistas desobstruídas. Começa-se por observações à vista desarmada, feitas com instrumentos elementares, construídos na localidade ou nas oficinas do estabelecimento de ensino, se as há. O astrolábio está naturalmente indicado. Por isso no Cap. VIII, págg. 124 e 125, explicamos a construção dos astrolábios de madeira que iam nas nossas naus. Os problemas que preocuparam os nossos navegadores são um bom exercício. Os alunos fazem, a princípio, observações simples. Assim aprendem a ver, e colhem, em primeira mão, um bom cabedal de conhecimentos astronómicos, que lhes revela os princípios fundamentais do movimento dos astros. E a leitura das passagens astronómicas do nosso poema nacional constituirá um forte estímulo, num ensino assim conduzido.

O *Índice remissivo das estâncias comentadas*, que se junta no fim do volume, além de útil para consultas, fornece uma estatística astronómica dos *Lusíadas*. O canto V é o que contêm o número máximo, 22, de estâncias comentadas, seguindo-se o canto X, com 19. No canto V descreve-se a maior parte da viagem do Gama: a armada vai de Lisboa à ilha de S. Tiago, passa o equador, toca na Angra de Santa Helena, dobra o Cabo, surge em Moçambique. Tão extensa navegação explica o maior número de observações astronómicas dêste canto. O mínimo pertence ao canto IX, que não chega a aparecer no Índice; nele tem lugar a chegada à Ilha dos Amores, e as ninfas fizeram esquecer os astros. Em compensação o canto X adquire, com a descrição da máquina do mundo por Tétis, uma grande importância astronómica. Os cantos I, II, III e VI concorrem com 9 estâncias cada um, os cantos IV e VIII com 4 e o VII com 3. No poema há mais referências astronómicas, de que nos não ocupamos, por dispensarem comentário.

Começámos a publicar a *Astronomia dos Lusíadas* na *Revista da Universidade de Coimbra*, 1.º número de 1913. Tendo conversado

---

[1] «The laboratory method of instruction is growing in favor so rapidly with astronomical teachers that there is little occasion for any plea in its behalf. It is a recognized fact that the direct investigation of celestial phenomena gives a vividness and reality to the subject and arouses interest and enthusiasm difficult to obtain by any other means. Indeed, to require the study of the heavenly bodies and provide no means for observing them is somewhat like restricting the student of botany to text-books and to pictures of plants». Mary Byrd, *A laboratory manual in astronomy*, Boston, 1899.

em setembro de 1912, na praia de Âncora, com o sr. Dr. José Maria Rodrigues acêrca de leituras que a tal respeito andávamos fazendo, incitou-nos êle a começarmos a publicação. E depois, com aquele amor pelo poeta que tão notavelmente se tem revelado em trabalhos da importância das *Fontes dos Lusíadas*, acompanhou-nos sempre com os seus conselhos e indicações.

O sr. Dr. Gonçalves Guimarães, com o seu profundo conhecimento da lingua latina, prestou-nos um auxílio precioso. Trabalhador infatigável, gosta sempre de ajudar, com o seu muito saber, os que trabalham.

O sr. Frederico Oom, Sub-director do Observatório Astronómico de Lisboa, que à sua grande competência de astrónomo reune um vivo entusiasmo por CAMÕES, prestou-nos da melhor vontade, sempre que a êle recorremos, o seu valioso concurso.

Ao nosso querido mestre e eminente matemático sr. Dr. Gomes Teixeira também temos que agradecer o interesse com que acompanhou a publicação do nosso trabalho, chamando-nos a atenção para os estudos do Prof. Angelitti sôbre a astronomia do Dante.

Feito a par dum serviço universitário muito intenso, não pode deixar de ter êste trabalho faltas e incorrecções que muito agradeceremos sempre que nos sejam indicadas.

A ASTRONOMIA DOS LUSÍADAS

Ves aqui a grande machina do mundo,
Eterea, & elemental, que fabricada
Assi foy do saber alto, & profundo,
Que he sem principio, & meta limitada,
Quem cerca em derredor este rotundo
Globo, & sua superficia tam limada,
He Deos, mas o que he Deos ninguẽ o entende,
Que a tanto o engenho humano não se estẽde.

Os Lusiadas, canto X, estância 80.

I

Camões apreciado por Alexandre de Humboldt

O grande naturalista alemão Alexandre de Humboldt, nascido em 1769 em Berlim, onde morreu em 1859, publicou, nos últimos anos da sua vida, a célebre obra *Kosmos,* formoso quadro de todo o mundo físico, fruto do seu profundo conhecimento das sciências naturais e da sua vasta erudição literária, adquiridos numa longa vida de estudo e nas suas conhecidas viagens. No primeiro dos capítulos subordinados ao título — *Reflexo do mundo exterior na imaginação do homem* —, cujo assunto é «o sentimento da natureza nas diferentes épocas e nos diferentes povos», ocupa-se dos *Lusíadas.* A crítica que faz do talento de Camões para descrever a natureza, que vou tentar traduzir, socorrendo-me o mais possível dos próprios versos do poeta, é como segue:

«Aquela peculiar concepção da Natureza, que tem a sua origem na própria observação, brilha, no mais alto grau, na grande epopeia nacional da literatura portuguesa. Respira-se como que um aroma de flores da Índia através de todo o poema, escrito sob o céu dos trópicos, na gruta de Macau e nas ilhas Molucas. Não me compete confirmar a ousada opinião de Frederico Schlegel, segundo a qual os *Lusíadas* de Camões «excedem muito Ariosto em colorido e riqueza de imaginação»; como observador, porêm, da Natureza, posso acrecentar que, nas partes descritivas dos *Lusíadas,* nunca a inspiração do poeta, o ornato da linguagem ou os suaves acentos de melancolia prejudicam a precisão na pintura dos fenómenos físicos; antes, como sucede sempre que a arte brota de fonte pura, realçam a viva impressão de grandeza e verdade dos quadros da Natureza. São inimitáveis em Camões as descrições da eterna correlação entre

Céu e Mar, entre as nuvens multiformes, os seus *processus* metereológicos e os diferentes estados da superfície do Oceano. Mostra-nos esta superfície ora quando brandos ventos a enrugam e as curtas ondas brilham, espelhando os raios de luz que nelas brincam; ora quando os navios de Coelho e Paulo da Gama, numa temerosa tempestade, lutam com os elementos desencadeados. CAMÕES é, no sentido próprio do termo, um grande pintor marítimo. Como guerreiro, combateu no sopé do Atlas em terras de Marrocos, no mar Vermelho e no Golfo Pérsico; duas vezes dobrou o Cabo; e, durante 16 anos, observou nas costas da Índia e da China, com o profundo sentimento da Natureza de que era dotado, todos os fenómenos do Oceano. Descreve o eléctrico fogo de Santelmo (Castor e Pólux dos antigos marinheiros gregos) «o lume viuo, que a maritima gente tem por santo»; descreve a ameaçadora tromba em seu desenvolvimento sucessivo: vê «leuantarse no ar um vaporzinho & sutil fumo», «e do vento trazido, rodear-se», donde desce o delgado cano que se vâi acrecentando e se alarga quando «os golpes grandes de agoa em si chupaua»; a nuvem negra, que sobre êle se espessa,

> ...... despois que de todo se fartou
> O pé que tem no mar a si recolhe,
> E pello ceo chouendo em fim voou
> Porque coa agoa a jacente agoa molhe:
> Aas ondas torna as ondas que tomou:
> Mas o sabor do sal lhe tira, & tolhe.

«Vejão agora os sabios na escriptura», diz o poeta (e di-lo zombando quási até dos modernos tempos) «que segredos sam estes de Natura», já que, guiados «so por puro engenho & por ciencia», «julgão por falsos, ou mal entendidos» os casos que contam

> .... os rudos marinheiros
> Que tem por mestra a longa experiencia.

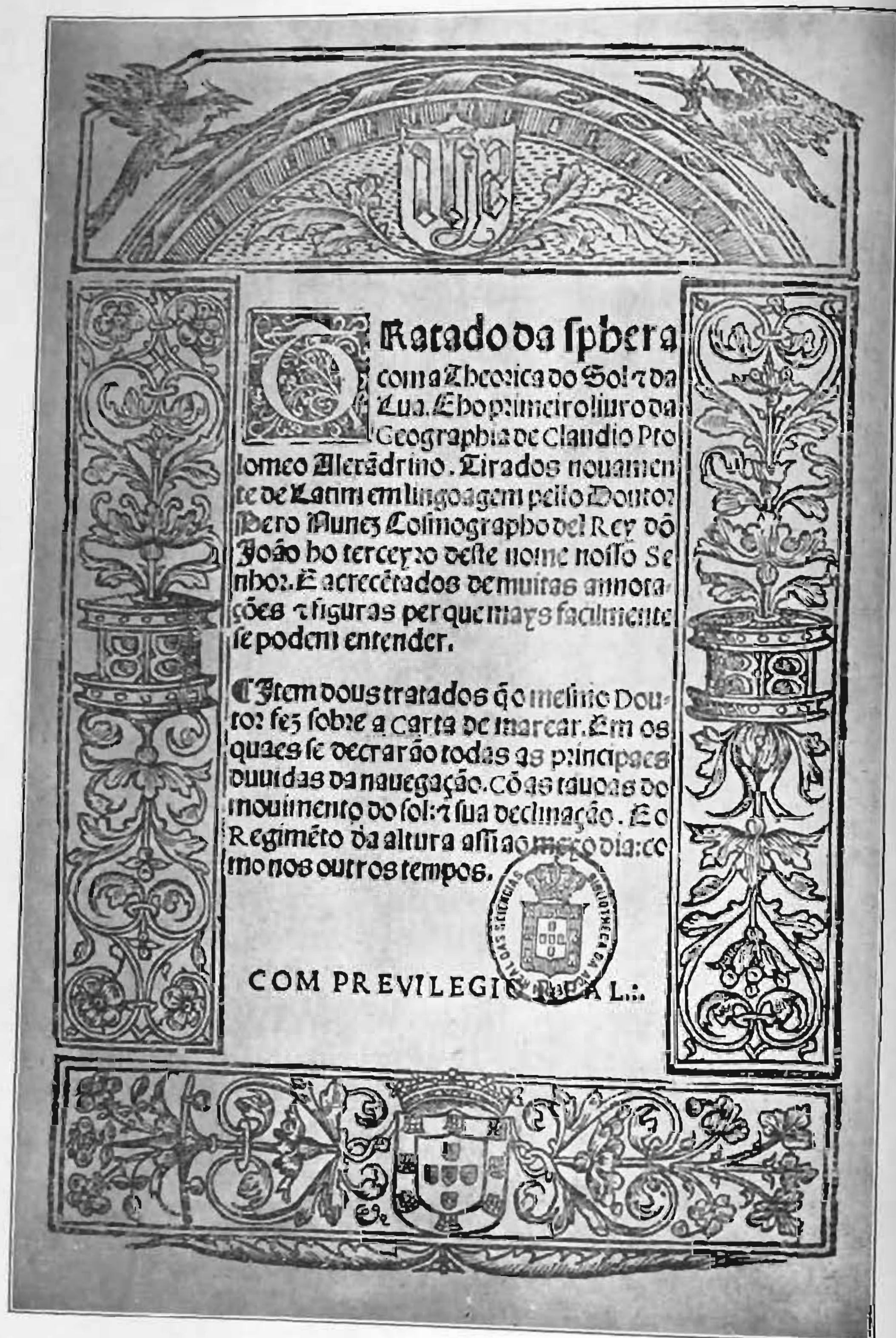
«Mas o talento do inspirado poeta para descrever a Natureza não se manifesta só nos fenómenos isolados; brilha igualmente quando abrange grandes massas duma vez. O terceiro canto desenha, em poucos traços, a configuração da Europa desde as regiões mais frias do norte até ao reino Lusitano e ao Estreito que «se ennobrece co extremo trabalho do Thebano». Faz constante alusão aos costumes e civilização dos povos que habitam esta tão recortada parte do mundo. Da Moscóvia, do Império da Alemanha e «outras varias nações que o Reno *frio* laua», passa rápidamente para os deliciosos campos de Hélade: «que criastes os peitos eloquentes, e os juizos de alta fan-

tasia». No décimo canto alargam-se os horizontes. Tétis conduz o Gama a um alto monte para lhe desvendar os segredos da *machina do mundo* e o curso dos planetas (segundo o sistema de Ptolomeu). É uma visão no estilo de Dante; e como a Terra é o centro de todo o movimento, expõe por fim, na descrição do globo terrestre, quanto se sabia dos países então descobertos e das suas produções. Não se trata já de descrever só a Europa, como no canto terceiro; todas as partes do mundo são passadas em revista, sendo até nomeadas as terras de Santa Cruz (Brasil) e as costas descobertas por Magalhães, «no feito com verdade portugues, porem não na lealdade».

«Se louvei CAMÕES principalmente como pintor marítimo foi para significar que a vida terrestre o tinha atraído menos intensamente. Já Sismondi nota, com razão, que o poema inteiro não contêm vestígio de qualquer observação sôbre a vegetação tropical e o seu aspecto fisionómico. São apenas mencionados os perfumes e produtos comerciais úteis. O episódio da ilha encantada oferece sem dúvida a mais deliciosa pintura duma paisagem; mas a vegetação é formada, como exige uma Ilha de Vénus, de «mirtos, cidreiras, limões odoriferos e romãs»: tudo próprio do clima da Europa do sul. No maior dos navegadores marítimos de então, Cristóvão Colombo, encontramos mais gôsto pelos bosques das costas, mais interesse pelas formas do reino vegetal; mas Colombo escreve um roteiro, e nota nele as impressões vivas de cada dia, emquanto que a epopeia de CAMÕES glorifica os grandes feitos dos portugueses. Pedir às línguas dos indígenas nomes de plantas e introduzi-los na descrição duma paisagem onde, como sôbre um fundo de quadro, se movessem os personagens, pouco podia tentar o poeta habituado a sons harmoniosos».

Eis o que diz Humboldt. Esta opinião, de tão eminente autoridade, traduzida do alemão para português por quem o saiba fazer melhor do que nós, devia ler-se, desacompanhada de comentários, em todas as edições escolares dos *Lusiadas*.

A descrição da grande máquina do mundo, a que Humboldt chama visão no estilo de Dante, aludindo naturalmente à subida do poeta com Beatriz, no *Paraíso*, através dos nove céus, é o trecho astronómico mais importante dos *Lusiadas*. Mas por todo o poema há muitas referências a factos astronómicos sempre sob uma forma bela e precisa.



Tratado da sphera com a Theorica do Sol ⁊ da Lua. E ho primeiro liuro da Geographia de Claudio Ptolomeo Alexãdrino. Tirados nouamente de Latim em lingoagem pello Doutor Pero Nunez Cosmographo del Rey dõ João ho terceyro deste nome nosso Senhor. E acrecẽtados de muitas annotações ⁊ figuras per que mays facilmente se podem entender.

¶ Item dous tratados q̃ o mesmo Doutor fez sobre a carta de marear. Em os quaes se decrarão todas as principaes duuidas da nauegação. Cõ as tauoas do mouimento do sol: ⁊ sua declinação. E o Regiméto da altura assi ao meo dia: como nos outros tempos.

COM PREVILEGIO REAL.

Frontispicio do Tratado da Sphera, tirado do exemplar existente na Bibliotheca Nacional de Lisboa. Dimensões do original, sem margens: 0m,255 × 0m,169

II

O Tratado da Sphera de Pedro Nunes

1. Para bem se interpretarem os trechos astronómicos dos *Lusíadas*, é preciso vêr quais eram as ideias fundamentais da astronomia em Portugal no século XVI.

No tempo de CAMÕES (n. 1525? — m. 1580) a grande autoridade na sciência astronómica era o professor da Universidade PEDRO NUNES, cujas obras lhe deram reputação europeia. Nascido em Alcácer do Sal em 1502, o seu nome latino era Petrus Nonius Salaciensis. *Nonius* é o título do capítulo que Delambre lhe consagra na sua *Histoire de l'astronomie du moyen âge*.

Sobre as épocas em que *leu* na Universidade, diz Diogo Barbosa Machado na *Biblioteca Lusitana*: «A perspicácia do juizo, e a madureza do talento lhe facilitarão a compreensão das sciências aplicando-se na Universidade de Lisboa às Faculdades de Filosofia e Medicina, e, recebendo nesta as insígnias Doutorais, ditou aquela pelo espaço de três anos que finalizarão em o de 1533. Ambicioso de novas sciências aprendeu as disciplinas Matemáticas em que saíu consumado professor, sendo o primeiro mestre que ditou Matemáticas em a Universidade de Coímbra, de que se lhe passou provisão da Cadeira a 16 de Outubro de 1544, e nela jubilou a 4 de Fevereiro de 1562».

Dentre as obras de Pedro Nunes, o *Tratado da Sphera*, publicado em 1537, ano da transferência da Universidade de Lisboa para Coimbra, era naturalmente o livro lido pelas pessoas que queriam conhecer a astronomia como parte integrante duma boa educação geral. Êle mesmo diz na dedicatória ao infante D. Luis:

«... Vendo eu que ho tratado da sphera: & Theorica do sol & da Lua: com ho primeiro liuro da Geographia de Ptolomeu: sam aquelles

principios que deue ter *qualquer pessoa que em Cosmographia deseja saber algũa cousa*. Por nam carecerem disso os que nam sabem latim ho tirey em nosso lingoagem. Acrecentei-lhe algũas anotaçoẽs pera que mays facilmente se podessem entender. Puslhe ao cabo hũs tratados que compus sobre a Carta de marear: & ho regimẽto da altura: porque não sou tam confiado de minhas cousas que cresse que per si as quereriam ver: & jndo nesta cõpanhia algũa hora per acerto se abrira ho liuro nelles».

No Capitulo iiij — Dos circulos & mouimentos dos Planetas: & das causas dos eclipses do Sol & da Lua —, lê-se no texto de Sacrobosco, a respeito do movimento do sol:

«... Assi que destes dous mouimentos resulta ho seu mouimento no circulo dos signos de Ocidente pera Oriente pello qual anda todo o circulo dos signos em trezentos & sesenta & cinco dias: & quasi a quarta parte de hum dia porque lhe falece hũa cousa pequena que não he sensiuel... ».

Pedro Nunes faz, à margem, a seguinte anotação:

«Não posso crer q̃ este autor ignorasse quãto vay nisto que ele diz ser insensiuel. Mas fala cõ *principiãtes*».

A *Sphaera* de Sacrobosco era, no século XVI, o livro de iniciação nos estudos astronómicos. Camões, que tão bem sabia os princípios fundamentais da astronomia, não podia deixar de conhecer o *Tratado da Sphera* do nosso célebre cosmógrafo e professor. Êste livro foi pois, naturalmente, lido pelo poeta; o certo é que as ideias fundamentais nele expendidas são as que se encontram no poema.

Para se compreender a importância dêste interessante livro, precisamos conhecer, ainda que rápidamente, a sua origem.

2. O renascimento da astronomia na Europa resultou do conhecimento das obras dos árabes que, desde o século IX, vinham sendo os cultores da sciência dos astros.

Foi Almamon, califa de Bagdad desde 814 a 833, quem mandou traduzir, do grego para árabe, a *Grande Sintaxe Matemática* de Ptolomeu, único dos astrónomos da antiguidade cujas obras chegaram até nós. Desde então a obra é conhecida pelo nome de *Almagesto*. O próprio Almamon fez observações astronómicas, determinando a obliqüidade da eclíptica, que achou ser de 23°33'.

O célebre astrónomo árabe Albaténio vivia pelo ano de 880. Êste príncipe compôs tábuas astronómicas, referidas ao meridiano de Aracta, para substituir as de Ptolomeu. Escreveu um tratado de astronomia cujo título é, na tradução latina: — *Mahometis Albatenii de Scientia Stellarum*. Hiparco (160 antes de Cristo), comparando as suas observações da Espiga da Virgem com as que Timócatis fizera, um século antes, em Alexandria, viu que as estrêlas mudavam de posição e pareciam avançar lentamente de ocidente para oriente em relação aos pontos equinociais, descobrindo assim o movimento de precessão dos equinócios, que teve o nome de *movimento dos auges e das estrêlas fixas*. Segundo Ptolomeu (140 depois de Cristo), êste movimento era de 1 grau em cem anos. Albaténio achou que era de 1 grau em sessenta anos e quatro meses. A obliqùidade da eclíptica era, segundo Albaténio, de 23°35′.

O astrónomo Alfragano, que parece ter vivido pelo ano de 950, adquiriu celebridade com os seus Elementos de astronomia, de que se fizeram três traduções latinas. O título da obra, em latim, é: *Muhamedis Alfragani Arabis chronologica et astronomica Elementa*. Segundo o comentador Christmann, Alfragano não fez mais do que copiar Ptolomeu e Albaténio.

O astrónomo Thebit ben Chora é o autor da hipótese da *trepidação*, que foi adoptada durante muito tempo, influindo nas tábuas astronómicas até Tycho-Brahe. Para explicar a variação na obliqùidade da eclíptica e a desigualdade no movimento das estrêlas fixas relativamente aos equinócios, que êle deduzia da comparação das antigas observações, imaginou, em cada equinócio, um círculo cujo raio era de 4°18′43″; o ponto equinocial verdadeiro estava na circunferência dêste pequeno círculo, percorrendo-o com movimento uniforme; dêste movimento de *trepidação* ou de *acesso* e *recesso*, resultava que as estrêlas pareciam ir ora para oriente ora para ocidente, com velocidades desiguais. A hipótese da trepidação acaba por ser, mais tarde, abandonada, mas uma hipótese semelhante reaparece com o movimento de *nutação*, descoberto por Bradley em 1728.

Esta hipótese da trepidação da esfera das estrêlas fixas é tratada por Pedro Nunes no seu opúsculo — *In theoricas G. Purbachii annotationes*. É objecto da última anotação, intitulada: «De motu octauae sphaerae, secundum Thebit».

O renovamento dos estudos astronómicos começa na Europa com a tradução do *Almagesto*, mandada fazer, em 1230, do árabe para latim, pelo imperador Frederico II. A versão directa do grego para latim só foi feita no século xv, por Trapezuntius.

A *Sphaera* de Sacrobosco é a mais antiga das obras de astronomia produzidas na Europa, que chegaram até nós. João de Sacrobosco era um frade inglês, nascido em Halifax ou Holiwood, donde o seu nome latino Joannes de Sacro Bosco ou de Sacro Busto. Tendo estudado na Universidade de Oxford, veio para Paris, atraído pela fama da sua Universidade, e aí ensinou a Filosofia e as Matemáticas, morrendo em 1256. Sacrobosco compôs um resumo do *Almagesto* de Ptolomeu e dos Elementos de astronomia de Alfragano, que intitulou *De Sphaera*. Este livro adquiriu uma tal celebridade que, durante trezentos anos, não se conheceu outro nas escolas. Foi impresso pela primeira vez em Veneza em 1497.

O tratado *De Sphaera* de Sacrobosco foi *tirado novamente do latim em lingoagem* pelo doutor Pedro Nunes em 1537. Já havia outras traduções portuguesas. Existe na biblioteca de Évora um *Tratado da Spera do mũdo tirada de latim em lingoagẽ portugues*. O sr. Joaquim Bensaúde descobriu outra, mais antiga, na biblioteca de Munich, que está tratando de publicar. Mas a versão de Pedro Nunes é acrecentada de anotações que se lêem na margem das páginas, explicando, completando ou corrigindo o texto, segundo as ideias do seu tempo. Entre elas há uma bastante extensa «sobre as derradeiras palauras do Capitulo dos Climas», nas quais Sacrobosco afirma que a largura dos climas deminue à medida que se aproximam do polo. Como todos os autores vinham repetindo, desde Ptolomeu, esta asserção sem a provarem, Pedro Nunes faz a sua demonstração. Esta anotação foi traduzida para latim e veio acompanhando várias edições latinas da *Sphaera*. Na biblioteca da Universidade há um exemplar da «*Sphaera Joannis de Sacro Bosco Emendata, Lutetiae*, 1557», onde se encontra essa anotação com o titulo: «Petri Nonii Salaciensis Annotatio in extrema verba capitis de Climatibus, Elia Vineto interprete», tendo no fim esta nota: «Vernaculo sermone scripsit hoc Nonius, id est, Hispano Portogallico».

3. Pelo tempo em que Sacrobosco ensinava em Paris, Afonso X, rei de Castela, reúnia em Toledo os astrónomos mais hábeis do seu tempo, cristãos, mouros e judeus, de cujos trabalhos resultaram as Tábuas Afonsinas, publicadas em 1252. Os livros astronómicos do rei Afonso, o sábio, começaram a ser publicados em Madrid, *de Real Orden*, em 1863. Os magníficos in-fólios teem por titulo: *Libros del saber de astronomia del Rey D. Alfonso X de Castilla, copilados, anotados y comentados por Don Manuel Rico y Sinobas*.

Foi em 1460 que apareceram as *Teóricas dos planetas* de PURBACHIO, livro famoso que teve um sucesso igual à *Esfera* de Sacro-

bosco. Jorge Purbáchio, nascido em 1423 em Peurbach, nos confins da Áustria e da Baviera, ensinou as Matemáticas em Viena de Áustria, onde teve por discípulo e sucessor o célebre astrónomo João Müller, de Koenigsberg, donde o seu nome latino Joannes de Monte Régio ou Regiomontanus. A obra mais considerável de Purbáchio são as Teóricas dos planetas, *Theoricae nouae planetarum*, onde tentou corrigir Ptolomeu e os astrónomos de Afonso X. Começa pela teórica do Sol, a que se seguem as teóricas da Lua, dos três planetas superiores, de Vénus e de Mercúrio; termina com o estudo do triplo movimento da oitava esfera, onde estão situadas as estrêlas fixas, também chamada Firmamento. Purbáchio retoma a opinião da solidez dos céus, rejeitada por Ptolomeu.

Esta obra de Purbáchio teve o mesmo destino da de Sacrobosco, sendo muitas vezes reproduzida e comentada. Entre os comentadores distingue-se Pedro Nunes, com o seu opúsculo — *In theoricas G. Purbachii annotationes aliquot*, publicadas, segundo Diogo Barbosa, em Coimbra, em 1546. A edição existente na Biblioteca da Universidade é de 1573, juntamente com a obra: *De Arte atque ratione nauigandi*. Depois de fazer um resumo de todo êste comentário, diz Delambre, a respeito de Pedro Nunes:

«Malgré ces inexactitudes peu importantes, il est encore de tous les commentateurs de Purbach, celui qui etait le plus géomètre et le plus soigneux; il est aussi le plus instructif» (*Histoire de l'astronomie du moyen âge*, Paris, 1819, pág. 280).

As *Teóricas* de Purbáchio foram consideradas como uma continuação da *Esfera* de Sacrobosco, preparando para o estudo dos livros de Ptolomeu. No Observatório Astronómico de Coimbra existe uma edição das duas obras conjuntas, publicada em Veneza em 1519, como se vê na última página, de que adeante damos uma reprodução. Tem no frontespício o título *Sphaera Mundi*, que se repete, mais desenvolvidamente, no alto da primeira página:

«Sphaerae mvndi compendivm foeliciter inchoat.

Nouitiis adolescentibus: ad astronomicam rempublicam capessendam additum impetrantibus: pro breui rectoque tramite a vulgari vestigio semoto: Ioannis de sacro busto sphaericum opusculum vna cum additionibus nonnullis littera A sparsim vbi intersertae sint signatis. Contraque Cremonensia in planetarum theoricas deliramenta Ioannis de monte regio disputationes tam acuratissimae quam vtilis: Nec non Georgii purbachii: in eorundem motus planetarum accuratissimae theoricae: dicatum opus vtili serie contextum: fausto sidere inchoat».

As *Teóricas*, última parte do livro, começam no verso da folha 30 com o titulo: *Theoricae nouae planetarum Georgii Purbachii astronomi celebratissimi*.

Pedro Nunes faz uma cousa semelhante. Em continuação do *Tratado da Sphera*, traduz as *Teóricas* de Purbáchio, mas limita-se às duas primeiras, a teórica do Sol e a da Lua, naturalmente por julgar isso suficiente para «qualquer pessoa que em cosmographia deseja saber alguma cousa». Transcrevemos o começo da teórica do sol para se fazer ideia da constituição dos céus dos planetas. A palavra *auge* indica «o ponto no ecentrico que mais se achega ao firmamẽto»; o auge do sol é o seu apogeu, o ponto em que mais se afasta do centro da terra. Veja-se a figura no *fac-simile*, que damos junto, da primeira página da Teórica do Sol e da Lua, onde se lê:

Do Sol

«A esphera do sol he composta de tres particulares ceos: os quaes sam per tal arte situados: que a face de fora do mais alto deles he concentrica ao mundo: mas a face de dentro he ecentrica. O mais baixo ceo delles he pello contrairo: porque a face de fora que he a conuexa he ecentrica: & a cõcoua que he a de dentro he concẽtrica. Mas o terceiro ceo jaz antre estes dous: & ho seu conuexo per todas partes se achega ao concauo do mais alto: & ho seu concauo ao conuexo do debayxo. & assi fica este ceo do meo per ambas suas faces ecentrico [1].

«Chamasse concentrico ao mundo aquelle ceo que tẽ ho mesmo centro q̃ o mundo: & ecẽtrico cujo centro he fora do centro do mũdo.

«Portanto os dous primeiros ceos: parte sam ecentricos: & parte concentricos. E porq̃ com seu mouimento leuã o auge do sol: chamãse deferentes do auge do sol: mas porẽ o terceiro ceo he de todo ecentrico: & porque mouendose leua consigo ho corpo do sol: que no mesmo ecentrico esta pregado: chamasse por esta razam ceo deferente do sol.

«Estes tres ceos tem dous centros: porque a face conuexa do mais alto: & a concaua do mais bayxo tem hum mesmo centro que he ho vniuersal do mũdo. Pollo qual *toda a inteira esphera do sol & bem assi de qualquer outro planeta he concentrica ao mundo:* mas ho concauo do mais alto & conuexo do mais baixo juntamente com ambas as

---

[1] A anotação à margem diz: «O ponto .a. he ho centro do mũdo: & o ponto .b. o cẽtro do ecẽtrico: os dous *pretos* representã os deferentes do Auge do sol & o brãco do meo ho ecentrico ou deferente do Sol».

THEORICA DO SOL E DA LVA TIRADA DE LATIM EM LINGOAGEM PER HO DOCTOR PERO NVNEZ.

DO SOL.



Esphera do sol he composta de tres particulares ceos: os quaes sam per tal arte situados: que a face de fora do mais alto delles he concentrica ao mundo: mas a face de dentro he eccentrica. O mais baixo ceo delles he pello contrairo: porque a face de fora que he a conuexa he eccentrica: e a cõcoua que he a de dentro he concẽtrica. Mas o terceiro ceo ja entre estes dous: e ho seu conuexo per todas partes se achega ao concauo do mais alto: e ho seu concauo ao conuexo do debaixo. e assi fica este ceo do meo per ambas suas faces eccentrico.

¶ O ponto. a he ho centro do mũdo: e o ponto. b. o cẽtro do eccẽtrico: os dous pontos representã os deferentes do Auge do sol e o brãco do meo ho eccentrico ou deferente do Sol.



¶ Chamasse concentrico ao mũdo aquelle ceo que tẽ ho mesmo centro q̃ o mundo: e ecẽtrico cujo centro he fora do centro do mũdo

¶ Portanto os dous primeiros ceos: parte sam eccentricos: e parte concentricos. E porq̃ com seu mouimento leuã o auge do sol: chamãse deferentes do auge do sol: mas porẽ o terceiro ceo he de todo

Dimensões do original, sem margens: 0m,252 × 0m,140

faces do ceo do meo: tem outro diferente centro q̃ se chama centro do ecentrico.

«Os deferentes do auge do sol fazem seus proprios mouimẽtos tam concertados: que sempre a parte mais delgada do ceo mais alto: anda sobre a mais grossa do ceo mais bayxo: & em hum mesmo tempo fazem suas voltas: conforme *ao mouimẽto da oytaua esphera de que abaixo falaremos.* E os polos deste mouimento sam os polos da ecliptica da oytaua esphera: por quanto ho auge do ecentrico que he deferente do sol: na face da mesma ecliptica continuamente se volue.

«Mas ho deferente do Sol anda cada dia ordenadamente per seu proprio mouimento: segundo a socessam dos signos .l.noue meudos & quasi oyto segundos daquella circunferencia que se faz sobre ho centro do ecentrico: & passa pollo centro do corpo do sol».

Êste último período é tradução do seguinte: «Sed orbis solare corpus deferens motu proprio super suo centro s. eccentrici *regulariter* secundum sucessionem signorum quotidie .lix. minutis et octo secundis fere de partibus circumferentiae per centrum corporis solaris vna reuolutione completa descriptae mouetur». Pedro Nunes traduz aqui *regulariter* por *ordenadamente;* para designar o movimento uniforme emprega indistintamente os adjectivos: *igual, regular* ou *ordenado.* Assim no verso de Camões,

> Que tambem nelle tem curso ordenado,
>
> *Os Lusíadas*, canto X, estância 87.

curso *ordenado* quer dizer movimento uniforme.

Até ao ano de 1609 em que Kepler publicou a sua obra *De stella Martis,* que marcou uma época nova na história da astronomia, o movimento dos planetas decompunha-se em movimentos simples, cada um dos quais era circular e uniforme. Assim se fez na antiguidade, assim também através da idade média, e o mesmo fez Copérnico. O movimento circular e uniforme, explicando os movimentos observados dos astros, foi o princípio fundamental da astronomia teórica até Kepler.

O primeiro planeta de que trata Purbáchio é o Sol, que ocupa a quarta esfera, entre a de Vénus e a de Marte:

> O claro olho do ceo no quarto assento.
>
> *Os Lusíadas*, canto X, estância 89.

A teórica do Sol é a mais simples, não havendo nela a considerar nem *equante* nem *epiciclo.* O movimento próprio do sol executa-se entre os dois céus chamados *deferentes do auge do sol* (marcados a

preto na figura), como entre dois muros. O céu intermédio, chamado *deferente do sol*, desliza entre os dois de ocidente para oriente, descrevendo em cada dia um ângulo de 59′ e quási 8″, arrastando consigo o sol, que assim executa uma revolução completa em 365 dias e um quarto, aproximadamente.

Mas o centro *b* do deferente do sol não coincide com o centro *a* da Terra. Como se vê na figura e se lê na anotação da página, de que damos um fragmento em *fac-simile*, a arcos iguais *cd* e *ef* do deferente do corpo do sol correspondem no seu centro *b* os ângulos iguais $\widehat{cbd}$ e $\widehat{ebf}$; mas correspondem-lhes no centro do mundo *a* os ângulos desiguais $\widehat{hag}$ e $\widehat{iak}$. O ângulo $\widehat{iak}$ é maior que $\widehat{ebf}$; e o ângulo $\widehat{hag}$ é menor que $\widehat{cbd}$. Enquanto pois o sol descreve os dois arcos iguais *cd* e *ef* do seu deferente, parece ao observador, colocado na Terra em *a*, descrever arcos desiguais da eclíptica. O plano do círculo que descreve o centro do sol intersecta na oitava esfera a circunferência que é a eclíptica da oitava esfera, linha média do zodíaco.

O ponto *c* é o *auge* do sol (*Aux solis*), ou a sua maior *longura*; é o ponto de maior distância à Terra. O ponto *e* é o contrário do auge (*Oppositum augis*); é o ponto em que menos dista da Terra, o seu perigeu. O sol, visto da Terra, atinge a máxima velocidade no perigeu e a mínima no apogeu. A hipótese do excêntrico explica assim a desigualdade do movimento próprio do sol, com um movimento uniforme em tôrno dum ponto situado fora do centro da Terra.

É o que se lê no texto:

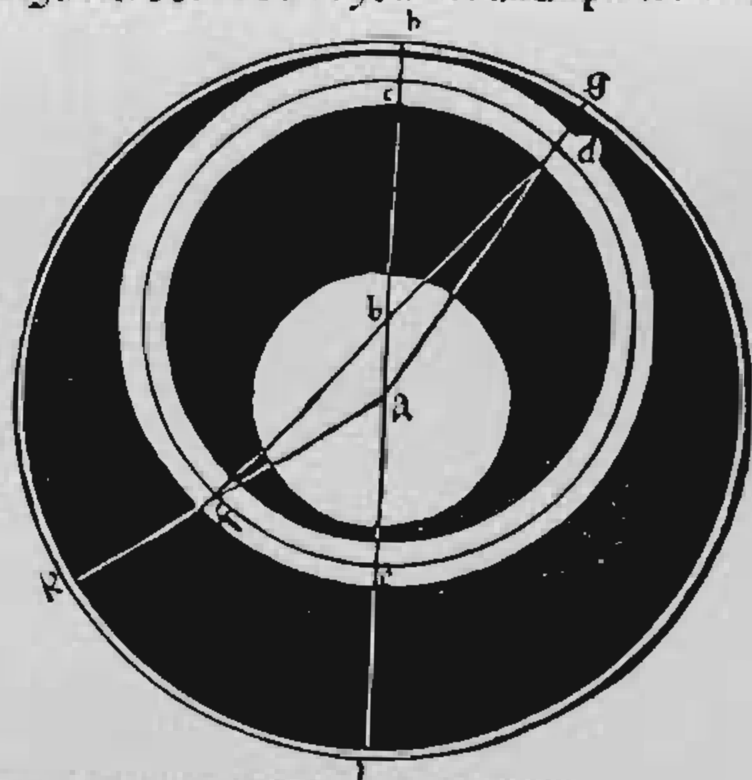
«Certamente poys que ho sol pello mouimento de seu deferente sobre ho centro do mesmo deferente ordenadamẽte se moue: daqui se segue que sobre qualquer outro ponto se moua desigualmente. E portanto ho sol sobre ho centro do mundo em tẽpos iguais faz angulos desiguais: & da roda do zodiaco anda partes desiguais».

Purbáchio, enumerando os *orbes* que compõem a esfera de cada planeta, diz a respeito do Sol e da Lua: «Sol habet tres orbes», «Luna habet orbes quattuor et vnam sphaerulam». Os planetas superiores Marte, Júpiter e Saturno teem três orbes, como o Sol: «Quilibet trium superiorum tres orbes habet a se diuisos secundum imaginationem trium orbium Solis». Nas teóricas de Vénus e Mercúrio lê-se: «Venus tres habet orbes cum epicyclo», e «Mercurius habet orbes quinque et epicyclum».

Pedro Nunes diz: «A esphera do sol he composta de tres particulares ceos»; e começa a teórica da lua: «A esphera da Lua tem em si quatro ceos».

¶ O arco.c.d no deferente do sol he igual ao arco.e.f aos quaes responde no seu centro.b. ãgulos yguais: mas na ecliptica ao arco.c.d.responde arco.g.h.⁊ ao arco.e.f.responde o arco i.k.oq̃l he muito mayor q̃.g h.⁊ outrosi o angulo.i.a.k q̃ se faz no cẽtro do mundo he mayor q̃ o ãgulo.g.a.h.

¶ Certamente poys que ho sol pello mouimento de seu deferente sobre ho centro do mesmo deferente ordenadamẽte se moue: daqui se segue que sobre qualquer outro ponto se moua desigualmente. E portanto ho sol sobre ho centro do mundo em tẽpos iguais faz angulos desiguais: ⁊ da roda do zodiaco anda partes desiguais.



¶ Circulo ecẽtrico: circulo da põta saída ou do cẽtro desuiado, se cha

Fragmento, nas dimensões do original, da terceira página da *Theorica do Sol* com a figura ilustrativa da teoria do excêntrico

Traduz pois *orbes* por *céus;* e usa a palavra *esfera* para designar o conjunto dos céus de cada planeta. Este uso distinto dos termos é próprio duma exposição didática.

Camões emprega as palavras: *esfera, céu* e *orbe,* mas indistintamente, como é natural num poeta, que tem de atender primeiro ao ritmo do verso.

No canto segundo, Vénus sobe à sexta esfera, que é a de Júpiter, depois de *recebida* na terceira, que é a sua, para lhe pedir que proteja a armada portuguesa:

> Ia penetra as Estrellas luminosas,
> Ia na terceyra *Esphera* recebida:
> Auante passa, & la no sexto *ceo,*
> Pera onde estaua o Padre se moueo.
>
> *Os Lusíadas,* canto II, estância 33.

Aqui *céu* e *esfera* têem a mesma significação que Pedro Nunes dá ao termo *esfera.* No décimo canto, descrevendo o globo, «transunto reduzido» do mundo, diz Tétis:

> Qual a materia seja nam se enxerga,
> Mas enxergasse bem que está composto
> De varios orbes, que a diuina verga
> Compos, & hum centro a todos so tem posto.
>
> *Os Lusíadas,* canto X, estância 78.

Nestes versos os orbes são *todos* concêntricos ao mundo. Mas Tétis continua adeante:

> Em todos estes orbes, differente
> Curso veras, nũs graue, & noutros leue:
> Ora fogem do centro longamente,
> Ora da terra estam caminho breue.
>
> *Os Lusíadas,* canto X, estância 90.

Agora os orbes são excêntricos. Parece haver contradição, mas não há. Na primeira estância, os orbes são as esferas completas; na segunda os orbes são os *céus* excêntricos dos planetas.

Na transcrição que atrás fizemos da teórica do sol, sublinhamos a passagem: «toda a inteira esphera do sol & bem assi de qualquer outro planeta he concentrica ao mundo». Vimos com efeito o conjunto dos três céus do sol contido entre duas superfícies esféricas concêntricas ao mundo; e o mesmo sucede com o conjunto dos céus de cada planeta. Além das sete esferas planetárias, há a oitava, a nona e a décima; estas são concêntricas, não contendo mais dum céu.

Sôbre as dez esferas móveis está a do Empíreo, imóvel e concêntrica. CAMÕES, abrangendo, na estância 78, toda a máquina do mundo, considera a esfera de cada planeta no seu conjunto; os *orbes* são as onze esferas e portanto são todos concêntricos.

Na estância 90, CAMÕES, que acaba de fazer uma admirável enumeração de todas as esferas planetárias, passa a considerar em particular os seus movimentos e distingue então os céus excêntricos, caraterísticos dos planetas. Já nos dois primeiros versos se refere aos céus deferentes dos planetas, os quais teem curso variável, desde o deferente de Saturno, o mais *grave*, que faz a sua volta em 30 anos, até ao deferente do epiciclo da Lua, o mais *leve*, cuja revolução se faz em 27 dias e 8 horas. Todos estes deferentes são, como o do Sol, *orbes* excêntricos; ora estão afastados *longamente* do centro do mundo, no ponto do *auge*; ora estão *caminho breve*, no ponto contrário do auge.

Enquanto ao movimento dos dois céus deferentes do auge do sol, diz Pedro Nunes que «em hum mesmo tempo fazem suas voltas: conforme ao *mouimẽto da oytaua esphera de que abaixo falaremos*». Mas depois não fala.

Ora Purbáchio diz com efeito: «& aeque cito circumeunt (orbes deferentes augem Solis) secundum mutationem motus octauae sphaerae: *de quo posterius dicendum erit*». E ocupa-se, na verdade, da teórica da oitava esfera no capítulo final intitulado: De motu octauae sphaerae.

Como Pedro Nunes traduz apenas os dois primeiros capítulos, teóricas do sol e da lua, não chega a ocupar-se do movimento do firmamento, o que faz em outras obras.

Adeante tratamos dêste assunto em especial.

4. Tendo traduzido a Teórica do Sol e a Teórica da Lua de Purbáchio, faz Pedro Nunes, em seguida, a versão do primeiro livro da geografia de Ptolomeu. E acrescenta por fim dois tratados originais seus sôbre a carta de marear.

No Observatório Astronómico da Universidade existe um manuscrito com a tradução francesa dêstes dois tratados, tendo respectivamente os títulos: «Traité que le Docteur Pierre Nunes fit sur certaines douttes de la navigation» e «Traité que le Docteur Pierre Nunes cosmographe du Roy notre Sire a faict pour la deffence de la carte de naviguer avec le regiment de la haulteur». Há também uma cópia manuscrita de todo o *Tratado da Sphera*.

Exemplares impressos dêste Tratado conhecemos apenas o da Biblioteca Nacional de Lisboa, e sabemos que há um exemplar na

Biblioteca da Academia das Sciências de Lisboa e outro na Biblioteca de Évora.

O govêrno português devia mandar fazer uma edição de todas as obras de Pedro Nunes, pondo-as assim ao alcance dos estudiosos, enriquecendo a literatura matemática nacional e prestando uma homenagem merecida a êste ilustre homem de sciência do século XVI, que, não se ocupando da astronomia apenas sob o ponto de vista puramente especulativo, teve principalmente em vista as suas aplicações à arte de navegar, colaborando com o seu saber na realização da nossa função histórica dum povo de navegadores descobridores.

Êle mesmo o declara no «Tratado em defensam da carta de marear», no capítulo «Como se tomara a altura do polo em todo tempo que ouuer sol»:

«... E vindo ao seruiço do muito escrarecido & muito excelẽte principe o Infante Dõ Anrique: pera o instruir nas sciencias mathematicas: lhe fiz disso figura & demostração em plano. E despois no anno de .1533. em euora: dey a el Rey nosso senhor o regimento escripto em hũa folha de papel: & perante sua alteza tomey a altura do polo da dita cidade ja tarde: pouco tẽpo antes do sol posto: & achey q̃ era .38. graos & quasi hũ terço. E porque ate ora o mais do tempo fuy doente: & o dito regimento q̃ assi escreui: tinha necessidade de algũa mais decraração pera se poder praticar ho não comuniquey a todos: posto q̃ meu desejo sempre fosse & he: *tirar-se de minhas letras algum fructo pera esta arte de nauegar*».

A arte de navegar é objecto da sua obra *De Arte atque ratione nauigandi libri duo,* de que existe na Biblioteca da Universidade a edição de Coimbra de 1573.

Na Imprensa da Universidade de Coimbra começou a fazer-se, em 1814, a reìmpressão do *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes, como consta do vol. VII do Registo das férias dos oficiais que trabalharam nas obras impressas por conta da casa, que nos mostrou o actual director sr. dr. Joaquim Martins Teixeira de Carvalho, assim como um papel avulso do arquivo, onde se lê, numa lista de obras por concluir, principiadas em várias épocas, «Pero Nunez — Tratado da Sphera — O original está nesta Biblioteca; é MS.» Êste manuscrito, que já não está na biblioteca da Imprensa, é o do Observatório Astronómico. Infelizmente a reìmpressão interrompeu-se, e nem existem as meias folhas impressas, a que se refere o registo das férias.

O sr. Francisco Maria Esteves Pereira publicou, na *Revista de Engenharia Militar* (maio de 1911 a fevereiro de 1912), o «Tratado

em defensam da carta de marear», dando o exemplo do que há a fazer com as outras obras do ensigne matemático.

5. Temo-nos ocupado do *Tratado da Sphera* como livro lido por CAMÕES.

Vamos citar uma outra obra que se ocupa também de astronomia e que devia ser do conhecimento do poeta. É a MARGARITA PHILOSOPHICA *totius Philosophiae Rationalis, Naturalis & Moralis principia dialogice duodecim libris complectens*, de Gregório Reisch, prior de uma Cartucha, perto de Friburgo. Os três primeiros livros tratam do *triuium:* Gramática, Dialética e Retórica; os quatro seguintes do *quadriuium:* Arimética, Música, Geometria e Astronomia. A astronomia é pois o objecto do livro VII. Esta *pérola filosófica*, enciclopédia do tempo, era universalmente conhecida e apreciada.

Na Biblioteca da Universidade existem as edições de 1504, 1517 e 1535. Esta última edição, de Basileia, é revista pelo professor Orôncio Fíneo, do Colégio Real de França, o mesmo contra quem Pedro Nunes escreveu o opúsculo *De erratis Orontij Finoei, Regii Mathematicarum Lutetiae Professoris.*

Da *Margarita Philosophica* reproduzimos adeante duas gravuras que, ilustrando o assunto de que nos ocupamos, teem também o interesse de serem coevas de CAMÕES e, naturalmente, por êle contempladas.

III

O triplo movimento da oitava esfera

1. O capitulo primeiro do *Tratado da Sphera* começa pela definição da esfera, e continua depois:

«Duas diuisoẽs ha da sphera: a primeira he sustancial & a segũda he acidẽtal. Sustãcialmẽte se diuide a sphera em .ix. spheras .s. em a nona que he o primeyro mobile: em a sphera das estrelas fixas que se chama o firmamẽto: & em sete spheras de sete pranetas. Das quaes hũas sam mayores: & outras menores: segundo q̃ mais se chegã ou se apartã do firmamẽto. E por tãto a sphera de saturno he a mayor & a da lua he a menor como na figura parecera».

Esta constituição da «machina do mundo» por nove esferas, cercando a Terra, sôbre as quais assenta o Empíreo, é a do *Paraíso* de Dante, poema do comêço do século XIV.

Pedro Nunes faz, a esta passagem do texto de Sacrobosco, a seguinte anotação, na margem da página:

«Chamãsse fixas porque estão sempre em hũa mesma distancia de nos por estarẽ todas ẽ hũ soo ceo q̃ he o oytauo: o qual per razam dellas se chama firmamento & amostrãsenos estas estrellas sempre per hũas mesmas figuras & guardã o mesmo sitio as quaes cousas nã ha nos planetas. E segũdo a comũ escolà dos astrologos a nona esphera não he primeiro mobile mas segundo & ho decimo he ho primeiro: & nestes do*us* ceos de cima nã ha estrellas & por tanto não se comprehende pello sentido se não per razã porq̃ experimentamos os seus mouimentos na .8. que não sam proprios a ella».

Temos pois, agora, mais uma esfera. A oitava é envolvida pela nona, que é o segundo móbil; e a nona esfera pela décima, que é o primeiro móbil.

Tal é a «machina do mundo» dos *Lusíadas*, poema do século XVI. CAMÕES segue a «comũ escola» dos astrónomos do seu tempo.

Na fôlha seguinte, lê-se no texto:

«Junto da regiam dos elementos: esta logo a regiam celestial lucida: & pello seu ser ĩmudauel he liure de toda mudança: tẽ contino mouimento circular: & chamaranlhe os philosofos Quinta essencia. Sam noue spheras como acima dixemos: conuem a saber. Sphera da Lũa: de Mercurio: de Venus: do Sol: de Mars: de Jupiter: de Saturno: das estrellas fixas: & a do derradeiro ceo & cada hũa das de cima cerca as debayxo. Tem dous mouimẽtos ho primeiro he do derradeiro ceo: & fazse sobre os dous cabos do eyxo .s. polo Artico & Antartico: começa de oriente: vay a ocidẽte & torna outra vez a oriẽte: & este mouimẽto parte per meo ha eq*ui*nocial. Ho outro mouimento he das spheras debaixo: contrairo ao primeiro per oblico: tem proprios eyxos sobre que se faz: os quaes estã apartados dos primeiros per .23. graos & .33. meudos. Mas o primeiro mouimento moue & leua com seu ympeto todallas outras Spheras & em hũ dia cõ sua noite fazẽ per derredor da terra hũa reuolução. E porem ellas sem embargo deste mouimento: andão em contrayro. A oytaua Sphera em cem annos hum grao: & a este segundo mouimento parte per meo ho zodiaco. debaixo do q*ua*l cada hũ dos pranetas tem propria sphera: em a qual anda per proprio mouimento: contra o mouimento do derradeyro ceo: & em diuersos espaços de tempos fazem suas reuoluções. Saturno em .3o. annos: Jupiter em .12. Mars em dous. Sol em .365. dias: & quasi seys oras. Venus & Mercurio quasi em outro tanto tempo. a Lua em vinte & sete dias & oyto oras».

Tendo observações posteriores mostrado desigualdades no movimento da oitava esfera, introduziu-se a hipótese dum terceiro movimento e, com êle, um segundo móbil. Por isso Pedro Nunes corrige o texto de Sacrobosco, com esta anotação que vem completar a anterior:

«Isto segundo a opinião de ptolomeu porq̃ os astrologos q̃ depoys forã acharam que este mouimẽto de occidẽte pera oriẽte pella ordẽ dos signos pertence a nona esphera: & que nã he em cem ãnos hũ grao mas em 2oo. hũ grao & .28. minutos de sorte que ẽ 49. mil ãnos falando naturalmẽte se cõprira sua reuolução. E o mouimento p*ro*prio a oitaua he o da trepidação q̃ se faz em .7ooo. annos».

Adeante, na parte do Capitulo segundo intitulada — Dos dous coluros —, lê-se no texto:

«... E ho arco do coluro que esta antre o põto do solsticio estiual & a equinocial he a mayor declinação do sol: a qual he segundo Ptolomeu .xxiij. graos: & cinquoenta & hum meudos. Mas segundo Almeon he .xxiij. graos & .xxxiij. meudos...».

Pedro Nunes nota:

«Em nosso tẽpo he .23. graos & meo & o mouimẽto da trepidaçã da oitaua Sphera causa esta diuersidade por quanto ho sol nũca se aparta da ecliptica da oytaua sphera».

Aqui está a trepidação da oitava esfera a explicar diferenças observadas na inclinação da eclíptica sôbre a equinocial (equador). E não há mais referências a este movimento no *Tratado da Sphera.*

2. Na teórica do sol anuncia-se que se tratará do movimento da oitava esfera, mas Pedro Nunes, como já dissemos, não faz a tradução do capítulo final de Purbáchio, que começa assim:

«De motu octauae sphaerae.

Octauae vero sphaerae ad cuius motũ: vt saepe dictũ e*st*: orbes deferẽtes auges planetar*um* mutant*ur*: triplex inest mot*us*. Vnus q*ui*dẽ a prĩo mobili .s. diurnus: quo in die naturali semel sup*er* polis mũdi reuoluit*ur*. Alter a nona sphaera q̃ *secundum* mobile vocat*ur*: q*ui* semp*er* est *secundum* successionẽ signor*um* cõtra motũ primũ sup*er* polis zodiaci regularis: ita vt in q*ui*buslibet .cc. annis p*er* vnũ gradũ & xxviii minuta fer p*ro*gredit*ur*. hic mot*us* angiũ & stellar*um* fixar*um* ĩ tabulis appellatur. Et e*st* arc*us* zodiaci primi mobilis ĩter caput arietis primi mobilis & caput arietis nonae sphaerae. Sup*er*ficies nãq*ue* eclipticae nonae sphaerae *semper* est ĩ sup*er*ficie eclipticae primi mobilis. Terti*us autem est* sibi p*ro*pri*us*: q*ui* mot*us* trepidatiõis vocat*ur* siue accessus & recessus octauae sphaerae: & fit sup*er* duos circulos paruos ĩ cõcauitate nonae sphaerae aeq*ua*les sup*er* prĩcipia arietis & librae eiusdẽ p*er*scriptos:...» [1].

---

[1] A oitava esfera porêm, com a qual se movem, como muitas vezes se tem dito, os céus deferentes dos auges dos planetas, tem um triplo movimento. Um é-lhe comunicado pelo primeiro móbil; é o movimento diurno, pelo qual faz uma rotação em

Para não alongar a citação, extraímos da *Sphaera Mundi* apenas estas primeiras linhas, onde fica definido o movimento de trepidação. A eclíptica e a linha equinocial cortam-se nos dois pontos equinociais: o princípio de Aries ♈ (Caput Arietis) e o princípio de Libra ♎ (Caput Librae), pontos de entrada do Sol nos signos respectivos. Mas é preciso distinguir a eclíptica de cada uma das três esferas. As eclípticas da nona e décima estão sempre no mesmo plano, coincidindo portanto as linhas dos polos respectivos. A nona esfera move-se dentro da décima em tôrno da linha dos polos da eclíptica, de modo que a eclíptica da nona esfera desliza dentro da da décima, no mesmo plano, e o ponto de Áries desta nona esfera, que num momento coincidiu com o ponto de Áries da décima, avança, relativamente a êste, para oriente, tornando a vir coincidir com êle no fim de 49:000 anos.

O plano, porêm, da eclíptica da oitava esfera, no qual o sol faz o seu curso anual, não coincide com o plano das outras duas; mas oscila dum e outro lado dele, como em volta de uma posição média, num movimento de *acesso* e *recesso*. Os princípios de Áries e Libra da nona esfera são os pontos equinociais médios; os pontos equinociais verdadeiros são os princípios de Aries e Libra da oitava esfera, que descrevem dois pequenos círculos, num período de 7:000 anos, em tôrno dos da nona, movendo-se um deles ao norte, enquanto o outro se move pelo sul da eclíptica fixa.

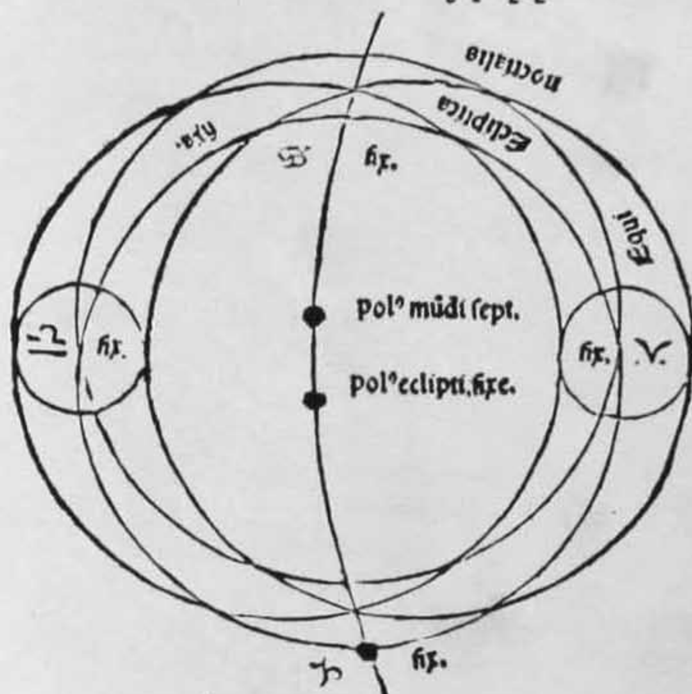
Na última página da *Sphaera Mundi*, de que damos uma reprodução, e que é também a página final das *Teóricas* de Purbachio, vem uma figura ilustrativa do movimento de trepidação. A equinocial e a eclíptica da nona esfera, designadas respectivamente por «Equinoctialis» e «Ecliptica fixa», cortam-se nos dois pontos equinociais ♈ e ♎, fixos nesta esfera. Os dois círculos menores, com centro nestes pontos, são os descritos, com movimento uniforme, pelos pontos equinociais da esfera das estrêlas fixas; os restantes dois círculos máximos representam duas posições extremas da eclíptica móvel

---

tôrno dos polos do mundo num dia natural. Outro é-lhe comunicado pela nona esfera, a que também se chama segundo móbil; é um movimento regular, em tôrno dos polos do zodíaco, segundo a sucessão dos signos, em contrário do primeiro movimento, avançando em duzentos anos 1 grau e 28 minutos aproximadamente. Chama-se nas tábuas movimento dos auges e das estrêlas fixas. É o arco do zodíaco do primeiro móbil entre o princípio de Áries do primeiro móbil e o princípio de Áries da nona esfera, pois a superfície da eclíptica da nona esfera está sempre na superfície da eclíptica do primeiro móbil. O terceiro porêm é privativo dela; chama-se movimento de trepidação ou de acesso e recesso da oitava esfera; e executa-se sôbre dois pequenos círculos na concavidade da nona esfera, iguais, descritos sôbre os princípios de Áries e Libra desta mesma esfera.

mabat.Hinc motum ſequuntur omnes Sphæræ inferiores in motibus ſuis: ita vt reſpectu huius eclipticę mobilis ſint auges deferentium & declinatio/ nes earum ſemper inuariabiles.

Theorica vltima octauę ſphęrę.



¶ Hoc quoq; ſideralis ſcientię ſingulare opuſculum. Impreſſum Venetiis p Iacobū pētiū de Leucho. Anno Salutis.M.D.xix.Die vero.xxiiii.Decēbris

A B C D E F Omnes ſunt quaterni.



Página final da *Sphaera Mundi*,
com uma figura ilustrativa do movimento de trepidação da oitava esfera,
nas dimensões do original

da oitava esfera. No meio da figura estão marcados os polos da eclíptica da nona esfera e da equinocial, pelos quais passa o coluro dos solstícios, princípios de Câncer ♋ e Capricórnio ♑. Assim cada um dos pontos equinociais verdadeiros move-se, como um ponto do aro duma roda em tôrno do eixo, descrevendo um pequeno círculo, enquanto o centro, fixo na eclíptica da nona esfera, se move com esta ao longo da eclíptica da décima.

Como quarenta e nove é sete vezes sete, depois de executados sete movimentos de trepidação da oitava esfera sôbre os pontos equinociais do segundo móbil, o princípio de Áries do segundo móbil tem percorrido toda a circunferência da eclíptica do primeiro, completando-se uma rotação do segundo móbil, isto é, o movimento dos auges e das estrêlas fixas.

Os números 7:000 e 49:000 são sabáticos. Foi Ricius (*A. Ricii, de motu octauae Sphaerae*, 1521) que explicou a origem deles, atribuindo-os ao astrónomo judeu do rei Afonso de Castela, o rabi Isaac Abensid, cognominado Hazan[1]. Moisés preceituara que, decorridos seis anos de cultivo das terras, se não semeariam os campos nem se podariam as vinhas no sétimo ano. Êste era o ano sabático. Decorridos sete anos sabáticos, seguia-se o ano quinquagésimo, o ano do jubileu. O rabi Isaac, estendendo estes preceitos, a que atribuía significação cabalística, aos movimentos lentos da oitava e nona esferas, estabeleceu um período de 7:000 anos para o movimento de trepidação e um de 49:000 anos para o movimento dos auges e das estrêlas fixas.

Assim, na dificuldade da determinação precisa de movimentos tão lentos, ter-se hia, segundo Rício, recorrido à Bíblia:

«Contarás também sete semanas de annos, isto é, sete vezes sete, que fazem ao todo quarenta e nove annos» (*Levítico*, XXV, 8) e, em vez de semanas de anos, contaram-se semanas de milhares de anos.

3. No seu comentário à obra de Purbáchio — *In theoricas planetarum G. Purbachij annotationes* — dedica Pedro Nunes duas anotações ao capítulo final que se ocupa do movimento do firmamento, respectivamente intituladas: «Octauae sphaerae triplex inest motus. Annotatio prima» e «De motu octauae sphaerae secundum Thebith. Annotatio secunda». Do mesmo assunto se ocupa também no capítulo quarto «De solis declinatione» do livro segundo da obra *De arte atque ratione nauigandi*.

---

[1] Bailly, *Histoire de l'astronomie moderne*, Paris, 1785, tom. I, pag. 299; Delambre, *Histoire de l'astronomie du moyen âge*, pag. 379.

Esta teoria do triplo movimento da oitava esfera, adoptada por Pedro Nunes, continua a ser professada por André de Avelar, que, depois dele, foi lente da cadeira das matemáticas na Universidade de Coimbra. É o autor do *Repertorio dos tempos o mais copioso que até agora saio a luz, conforme à noua reformação do sancto Papa Gregorio XIII*, que teve as edições de 1585, 1590, 1594 e 1602. No Observatório Astronómico existem as edições de Lisboa de 1585 e 1590, ambas por Manuel de Lira, sendo esta última muito rara, a ponto de Inocêncio duvidar da sua existência.

Nesta edição de 1590 lê-se, a respeito dos céus superiores, o seguinte:

Do oitauo ceo, no qual estão situadas as estrellas fixas, a que por outro nome chamão Firmamento.
Tit. XXVII.

«O oitauo ceo quanto a nos, & terceiro na ordem natural, he onde estão situadas as estrellas fixas, foy chamado firmamento, como se disseramos deferente & trazedor de estrellas firmes, & fixas. Chamaramlhe os Gregos Aplanes, que quer dizer sem erro, porque as estrellas que nelle estão guardam sempre entre si a mesma distancia, nem achegandose, nem apartandose hũas das outras, como fazẽ os planetas, de que ja falamos, & todas estam neste oitauo ceo, chamado tambẽ estrellado, cuja superficie exterior he contheuda no nono, & com sua interior contem o septimo: a grossura deste ceo sam 26980824. legoas, alem dos dous mouimẽtos que tem do decimo & nono: o seu proprio se chama de trepidação, ou de acesso, & recesso, chegando algũas vezes ao Polo Arctico, que he o Norte, apartandose do Antarctico: que he o Sul, & outras chegandose do Antarctico, & apartandose do Arctico, sobre proprios Polos, que são os principios de Aries & libra da nona Sphera, ao redor dos quaes o principio do seu Aries & Libra, com seu mouimento descreve hũas circunferencias de hũs piquenos circulos, cujos semidiametros [1] são de noue graos. Acaba sua reuolução destes circulos piquenos em 7000. annos: de maneira que de seus graos caminha cada 20. annos, quasi hũ grao, o qual mouimento tem tambem os outros orbes inferiores . . . ».

Do noueno Ceo. Tit. XXVIII.

«O noueno ceo em quanto a nós, & segũdo na ordem natural, he a que Ptolomeu chamou Primeiro mobil: & elRey dõ Afonso cõsidera

---

[1] Deve ser *diametros*, porque os semidiametros são de 4°18'43".

per Segũdo mobil. Este segũdo a opinião dos Astrologos não tẽ estrelas, & por sua grande diaphanidade lhe chamarão Christalino: outros dizẽ q̃ neste ceo estão as agoas q̃ se leem do 1. do Genesis: & segundo o cantar dos tres moços, *Bñedicite aquae quae super caelos sunt.* Algũs dizem segũdo traz Beda, q̃ estas agoas se ouuessem aqui guardado para innundação do diluuio: outros affirmão q̃ se puserão aqui, para tẽperança da grande quẽtura & fogo q̃ o mouimento do ceo & estrellas causam: & dizẽ estas agoas estar mui claras, mui subtis & transparẽtes, & por isto algũs chamarão a este ceo Aqueo, ou Cristallino, pola grande transparẽcia & diaphanidade sua. Tẽ dous mouimẽtos, hũ he alheo causado da decima Sphera ou Primeiro mobil, em espaço de 24. horas, outro mouimento tẽ de Occidente pera Oriente sobre os Polos do Zodiaco, & pola linha Eclyptica, q̃ he seu proprio, o qual acaba em espaço de 49000. an. quasi: moue-se cada 200. an. 1. g. 28. m. 9. seg. 47. ter. 45. quar. e cada dia 4. ter. e 20. quartos: & cõ este mouimẽto leua tras si os 8. orbes inferiores: & chamase mouimento dos auges, & estrellas fixas, o qual se faz com certa equação segundo he notorio aos tabulistas».

Da decima Sphera, ou primeiro mobil.
Titulo XXIX.

«A decima sphera em quanto a nos, & primeiro mobil quanto à ordem natural, he a que cumpre seu mouimento proprio, em espaço & tempo de vinte & quatro horas, de Oriente a Poente, sobre os polos do mundo, â qual como a senhora obedecem todos os outros orbes & ceos............ Neste orbe como tambẽ no nono não ahi estrellas. Alẽ destes dez ceos mouiueis q̃ dissemos, os theologos poẽ outro mais supremo, ao qual chamão Impyreo, que quer dizer ceo de fogo aceso, pelo seu grande resplandor, & este he fixo q̃ não se moue, & nelle estâ a morada & lugar dos bẽauenturados».

Estes dois títulos relativos à nona e decima esfera, assim como o título sôbre o oitavo céu da edição de 1585, são mera tradução dos títulos 21, 22 e 23 da *Chronographia o repertorio de los tiempos, compuesto por Hieronymo de Chaues astrologo y cosmographo,* de que vimos apenas a edição de Lisboa de 1576, existente na Biblioteca da Universidade, mas de que se fizeram várias impressões anteriores, começando pela de Sevilha de 1548.

A teoria do movimento triplo do firmamento atravessa pois, inalterada, todo o século XVI, em Portugal. Não deve isso surpreender-nos. A obra de Copérnico — *De reuolutionibus orbium coelestium*

foi publicada em Nuremberg em 1543; as suas ideias, porêm, que já tinham sido as da escola de Pitágoras, só no século XVII começaram a ser geralmente aceitas. O grande propugnador do sistema copernicano foi Galileu, mas o seu principal argumento foi a luneta que, pela primeira vez, foi dirigida para os astros em 1610.

4. O triplo movimento da oitava esfera é descrito por CAMÕES nas estâncias 85, 86 e 87 do canto X dos *Lusíadas*.

A décima esfera é introduzida na estância 85; é o *circulo* que corre ligeiro logo por baixo do Empíreo imóvel:

> Em fim que o sumo Deos, que por segundas
> Causas obra no mundo, tudo manda:
> E tornando a contarte das profundas
> Obras da mão diuina veneranda,
> Debaxo deste circulo onde as mundas
> Almas diuinas gozão, que nam anda,
> Outro corre tam leue & tam ligeiro,
> Que não se enxerga, he o Mobile primeiro.

Êste movimento do primeiro móbil leva com seu impeto todas as esferas interiores: é o movimento diurno. Isto exprime o poeta na primeira parte da admirável estância 86:

> Com este rapto & grande mouimento,
> Vão todos os que dentro tem no seyo
> Por obra deste, o Sol andando a tento
> O dia & noite faz, com curso alheyo:
> Debaxo deste leue anda outro lento,
> Tam lento, & sojugado a duro freyo,
> Que em quanto Phebo, de luz nunca escasso
> Dozentos cursos faz, da elle hum passo.

Nos últimos quatro versos descreve o movimento dos auges e estrêlas fixas, próprio da nona esfera. Como esta faz a sua revolução em 49:000 anos, anda em 200 anos 1 grau e 28 minutos aproximadamente, o que, sendo menos de grau e meio, o poeta arredonda num grau, e chama-lhe um passo. O cristalino, ou céu áqueo, dá um passo enquanto o céu deferente do Sol dá 200 voltas.

Comunicando-se o movimento de cada esfera às *que dentro tem no seyo*, há a distinguir, em cada céu, o movimento que lhe é próprio dos que lhe são alheios, provenientes das esferas superiores. Assim o curso próprio do sol é o seu movimento anual que êle tem no excêntrico, seu deferente, na quarta esfera; e o seu movimento diurno é curso alheio, causado pelo primeiro móbil.

Note-se sempre como Camões reúne à formosura dos versos o rigor scientífico das doutrinas do seu tempo.

A oitava esfera, com o seu movimento de trepidação, é descrita na estância 87:

> Olha estoutro debaxo, que esmaltado
> De corpos lisos anda, & radiantes,
> Que tambem nelle tem curso ordenado,
> E nos seus axes correm scintilantes:
> Bem ves como se veste & faz ornado
> Co largo cinto douro, que estrellantes
> Animais doze traz afigurados
> Aposentos de Phebo limitados.

Os corpos *lisos* e *radiantes,* que esmaltam o oitavo céu, são as estrêlas, de que nos ocuparemos no capítulo seguinte. Como as estrêlas estão fixas neste céu, quando o poeta diz que *nelle* teem curso ordenado, significa apenas que elas são levadas no movimento regular próprio do firmamento; e que se trata do movimento próprio ao oitavo céu, indica-o na palavra *também.* As estrêlas teem o movimento alheio que o primeiro móbil comunica a todos os orbes *que dentro tem no seio;* e têem mais o movimento alheio que o segundo móbil, por seu turno, comunica a todas as esferas interiores; mas não teem só estes dois movimentos, teem *também* o curso ordenado, próprio do firmamento. A palavra *seus,* aplicada no verso seguinte aos eixos em volta dos quais as estrêlas *correm scintilantes,* acentua que se não trata de curso alheio.

Camões dizendo — *axes* —, no plural, refere-se aos extremos do eixo, como na estância 84 do Canto VI:

> Relampados medonhos nam cessauão,
> Feros trouões que vem representando
> Cair o ceo dos exos sobre a terra,
> Consigo os elementos terem guerra.

Os eixos do céu, que aqui significa toda a máquina celestial, são os extremos do eixo do mundo, polos do movimento diurno. O céu ameaça desprender-se dos polos ártico e antártico, e desabar sôbre a terra.

Se se tratasse da nona esfera, os eixos seriam, em igual sentido, os polos boreal e austral da ecliptica desta esfera, em tôrno dos quais se executa o movimento dos auges, que lhe é próprio.

Mas na estância 87 descreve-se o oitavo céu, cujo movimento próprio se executa em tôrno dos pontos equinociais médios; os *seus axes* são portanto os pontos de Áries e Libra do cristalino, polos do movimento de trepidação.

Tétis, que está explicando ao Gama o glôbo, *transumpto reduzido* do mundo, mostra-lhe, nos quatro primeiros versos desta oitava, as estrêlas radiantes, levadas no movimento de acesso e recesso do firmamento, apontando-lhe os polos dêste movimento, centros dos círculos menores percorridos pelos equinócios verdadeiros, fixos na oitava esfera e móveis com ela.

CAMÕES, que parece ter tido um modêlo à vista, tal é a precisão com que se exprime nestas estâncias, não se esquece de chamar a atenção para pontos tão importantes como são os equinócios médios, como é natural em quem, como Tétis, mostra um glôbo onde se podem ver os movimentos dos diferentes céus.

Na segunda parte da estância 87 segue-se a formosíssima descrição do zodíaco, de que nos não ocupamos agora.

5. No sistema de Copérnico o movimento diurno do firmamento é resultado da rotação da terra. O movimento dos auges e estrêlas fixas passou a ser explicado pela mudança de direcção do eixo da terra que descreve um cone circular em tôrno da linha dos polos da eclíptica. O equinócio da primavera, origem de contagem das longitudes celestes, retrograda por isso sôbre a eclíptica, dando uma volta completa, não em 49:000 anos, mas em 26:000 anos aproximadamente. É o movimento de *precessão* dos equinócios, que aumenta a longitude das estrêlas.

A hipótese do movimento de trepidação, imaginada para explicar diferenças de observações erradas, acabara por ser abandonada.

No século XVIII Bradley descobre o movimento de *nutação*. Desde então a recta generatriz do cone de precessão passa a ser apenas uma posição média do eixo da terra, em tôrno da qual o eixo verdadeiro descreve o cone de nutação.

O equinócio médio retrograda sôbre a eclíptica com o movimento secular de precessão. O equinócio verdadeiro executa, em tôrno do médio, oscilações cuja amplitude não excede 18 segundos, em quanto o equador se inclina de 9 segundos para um e outro lado da sua posição média, sendo o período dêste movimento de 18 anos e $\frac{2}{3}$ aproximadamente.

A êste movimento chamou-se — de nutação, do latim *nutare*, oscilar.

É um resurgimento do antigo movimento de trepidação, embora muito reduzido e modificado.

IV

As estrêlas

1. No tempo de CAMÕES a palavra *estrêla* tinha uma significação mais extensa do que hoje tem, porque abrangia também os planetas.

Na *Margarita Philosophica,* enciclopédia do século XVI, a que já nos referimos, lê-se, no capítulo que se ocupa das estrêlas (Libri VII, Tract. I, Cap. XIX), o seguinte:

«Stellae omnes tam fixae (quae in firmamento sunt) quam erraticae siue planetae (quae in septem orbibus planetarum consistunt) eiusdem naturae, motus, & figurae cum suo coelo sunt».

Todas as estrêlas, quer fixas (as que estão no firmamento), quer erráticas ou planetas (as que estão situadas nas sete esferas planetárias), teem a mesma natureza, movimento e figura que os seus respectivos céus.

As estrêlas fixas, embutidas no firmamento, guardando sempre as mesmas posições relativas, teem o triplo movimento da sua esfera. Os planetas, alêm do movimento que a oitava esfera comunica a todas as inferiores, teem o movimento próprio dos seus céus, variando de posição relativamente às estrêlas fixas; são estrêlas erráticas.

CAMÕES fala com toda a propriedade quando chama estrêla ao planeta Vénus:

Mas ja a amorosa strela scintilaua
Diante do Sol claro, no Orizonte
Mensageira do dia, & visitaua
A terra, & o largo mar, com leda fronte.

Os Lusíadas, canto VI, estância 85.

A Lua, correndo *apressada*, através das constelações zodiacais, no seu movimento mensal, é um planeta:

> Mas ja o Planeta que no ceo primeiro
> Habita, cinco vezes apressada,
> Agora meyo rosto, agora inteiro
> Mostrára, em quãto o mar cortaua a armada.
>
> *Os Lusiadas*, canto V, estância 24.

E a estrêla errática mais próxima da terra, e é uma das estrêlas a que Camões alude no quinto verso desta estância:

> Ouuiolhe estas palauras piadosas,
> A fermosa Dione, & comouida,
> Dantre as Nimphas se vay, que saudosas
> Ficarão desta subita partida:
> Ia penetra as *Estrellas* luminosas,
> Ia na terceyra Esphera recebida:
> Auante passa, & la no sexto ceo,
> Pera onde estaua o Padre se moueo.
>
> *Os Lusiadas*, canto II, estância 33.

A formosa Dione, partindo de junto do Gama, penetra as esferas da Lua e Mercúrio, é recebida na sua, e passa avante, através das esferas do Sol e de Marte, para ir ter com Júpiter na sexta esfera. Nesta oitava, a palavra *estrêlas* designa planetas; a deusa não chega à esfera das estrêlas fixas.

De todas as estrêlas, quer fixas, quer erráticas, só o Sol tem luz própria; as outras são luminosas pela luz que dele recebem.

O Sol, tendo, além do movimento que a sua esfera recebe do firmamento, o curso anual próprio do seu céu, é uma estrêla errática, e por isso um planeta:

> Ia neste tempo o lucido Planeta,
> Que as horas vay do dia distinguindo,
> Chegaua aa desejada, & lenta Meta,
> A luz celeste aa gentes encobrindo.
>
> *Os Lusiadas*, canto II, estância 1.

O *lúcido* planeta é a unica fonte da luz celeste. A sua luz faz luminosos os outros planetas; com a sua luz brilham as estrêlas fixas. É o que vamos vêr.

Comecemos por uma opinião ilustre do século XIII, a de Afonso, o sábio. No tomo V, parte 1.ª, da obra *Libros del Saber de Astronomia del Rey D. Alfonso X de Castella*, Madrid, 1867, de que já falámos, veem publicadas — «*Las vindicias ó el centiloquio Alfonsi*» —. *Vindicias* são, como as define o compilador Sinobas, «todos aquellos

dichos, opiniones y frases escritas en los libros del *Saber de Astronomia* por la pluma del mismo Rey D. Alfonso». Na primeira das cem *vindicias*, que exprime a opinião de Afonso sobre as figuras das constelações, lêem-se estas linhas, a pág. 169:

«Ca las estrellas non son en si sinon cuerpos redondos. et fuertes et llanos. et apareiados para rescebir luz del Sol. assi cuemo la el Sol rescibe de Dios...».

As estrêlas são pois, na opinião do rei Afonso, corpos esféricos, rijos e lisos, que refletem a luz do Sol, como o Sol reflete a luz que recebe de Deus.

Vejamos a opinião geral sobre êste assunto no século XVI. No capítulo da *Margarita Philosophica*, atrás citado, diz-se, algumas linhas abaixo da passagem que já transcrevêmos:

«Ita & stellae quae coelorum partes sunt, necessario cum coelis eiusdem naturae existunt, & ab ipsis tantum densitate et raritate differũt. Est enim stella densior orbis sui pars, luminis solis receptiua & retentiua, & propterea potentiae uisiuae obiecta. Orbis uero in alijs partibus (quia rarior) lumen uersus ipsum proiectum non incorporans, luminosus aut lucidus non fit, nec cuiuis colori subijicitur, ideo uisibilis non est».

As estrêlas, como partes dos céus, necessáriamente são da mesma natureza que êles, distinguindo-se apenas na densidade. Cada estrêla é pois uma parte mais densa do seu céu, receptiva e retentiva da luz solar, e por isso exposta à potência visiva. Nas outras partes porêm o céu, não incorporando (por mais rarefeito) a luz sôbre êle projectada, não se torna luminoso nem lúcido, e não está sujeito a qualquer côr, sendo por isso invisível.

A mesma opinião se encontra na *Sphaera Mundi*, fôlha 14, verso:

«Et scito quod stella est pars densior sui orbis figurae rotundae: & idos lucet sicut diaphanum condensatum: & galaxia est pars lucida magis inter partes sui orbis: etiã sicut in stellis quasi densior est quam reliquae partes. Sic quoque partes lune nõ sunt vniformiter lucidae».

E deve saber-se que uma estrêla é uma parte mais densa do seu céu, de forma redonda; a sua face luz como um diáfano condensado. A via láctea é uma parte mais lúcida do seu céu; é, como nas estrê-

las, também um pouco mais densa do que as restantes partes. Assim também as partes da lua não são uniformemente lúcidas.

Esta mesma teoria vamos ainda encontrar em André de Avelar. Transcrevemos do *Repertorio dos tempos*, edição de 1585:

Da materia & forma das estrelas.
Titulo. 54.

«Diz Aristoteles no liuro 2. de caelo cap. 7. que a materia de q̃ as estrelas estão compostas, he a mesma q̃ a dos ceos, saluo q̃ he mais densa & apta para receber & reter a claridade dos raios do sol, mediãte o qual se vem assi como o nò da taboa, he mais denso q̃ a mesma taboa, & assi hum como outro se chama, & diz materia de madeira, & a rezam porque de dia não se vem as estrelas, he porque a claridade & lume do sol he maior & ofusca a menor, assi como o lume de hũa candea diãte de hũa fugueira ou lume grande: a forma das estrelas, he redonda como o mostra o Phylosopho, no lugar ja dito de maneira de hũa bola mociça, & perfeitamente redonda como dissemos da Lua, & assi se entenderà do Sol & mais Planetas».

Nas edições de 1594 e 1602, Avellar acrescenta um nôvo capítulo intitulado — *Se tem as estrelas proprio lume*, em que chega a esta conclusão:

«... mas se as estrellas tiuerão lume proprio seria superfluo o que recebessem do Sol, logo hase de dar hum so principio, & origem, que he o lume que do Sol sae, o qual recebido em differentes corpos & estrellas obra com diuersos effeitos assi como vemos por experiencia, que a luz do Sol enrarece, & abranda a cera, endurece, & condensa o barro, & conforme a este sentido se podem entender os lugares em que se diz, que as estrellas tem proprio lume s. que tem propria influencia porque a luz do Sol em Saturno esfria, em Marte aquenta, & na Lũa humidece: ou podemos entender, que tem lume, mas tem pouco & escuro, que não basta a conseguir seu efeito sem ser mesturado & perfeiçoado com o do Sol».

Assiste-se nestas linhas ao declinar da teoria. Aproxima-se o momento em que as estrêlas passam a ser definitivamente fontes de luz, como o Sol.

A comparação das estrêlas ao nó da tábua é repetida por Avelar

no seu interessante livrinho *Sphaerae utriusque* [1], quando trata de demonstrar o movimento diurno do firmamento, a fol. 29, r.:

«Igitur & caelum in quo ipsae stellae (ac *nodus in tabula*) existunt eodem motu mouebitur ab oriente in occidentem».

As estrêlas são pois, através do século xvi, consideradas como núcleos de condensação da matéria de que os céus são compostos, brilhando com a luz recebida do Sol. É o que se lê também nos *Lusíadas*. Assim, na estância 87 do canto X,

> Olha estoutro debaxo, que *esmaltado*
> De corpos *lisos* anda, & radiantes,
> Que tambem nelle tem curso ordenado,
> E nos seus axes correm scintilantes,

as estrêlas são corpos lisos, como espelhos, radiantes com a luz que recebem do Sol; brilham com *luz alheia:*

> Meyo caminho a noite tinha andado,
> E as Estrellas no Ceo *co a luz alheia,*
> Tinham o largo Mundo alumiado,
> E so co sono a gente se recreia.
>
> *Os Lusíadas*, canto II, estância 60.



Camões reflecte a opinião corrente no seu tempo, não atribuindo luz própria às estrêlas. O mesmo faz Ariosto (n. 1474 — m. 1533), no *Orlando Furioso:*

> Rinaldo, che di gloria e di splendore
> Gli ha, como il sol le stelle, illuminati,
> ....
>
> Canto XXX, estância 90.

O poeta diz que Reinaldo iluminava os irmãos com glória e esplendor, *como o sol às estrêlas.*

---

[1] *Sphaerae utriusq; tabella, ad Sphaerae huius mundi faciliorem enucleationem. Autore Andrea d'Avellar Olysiponensi, Artium, ac Philosophiae Magistro, & publico in Conimbricensi Academia Mathematum professore. Conimbricae, Apud Anton. Barrerium Typ. Reg. Anno Dñi 1593.* Há um exemplar na Biblioteca da Universidade.

O mesmo conceito exprime Dante na descrição do anoitecer, com que abre o vigésimo canto do *Paraíso:*

> Quando colui che tutto il mondo alluma
> Dell'emisperio nostro si discende,
> Che il giorno d'ogni parte si consuma,
>
> Lo ciel, che sol di lui prima s'accende,
> Subitamente si rifà parvente
> Per molte luci, in che una risplende [1].

Desce o Sol no horizonte, fenece o dia e o céu reaparece com *muitas* luzes, estrêlas fixas e planetas, em que uma só, a luz solar, resplandece.

O mesmo adeante, no verso 30 do canto XXIII. No Cap. XIV, Trat. II, de *Il convito*, Dante compara as sete sciências do *trivio* e *quadrivio* com as sete esferas planetárias, correspondendo a aritmética à esfera do Sol:

«E'l cielo del sole si può comparare all'arismetica per due proprietadi: l'una si è, che del suo lume tutte le altre stelle s'informano; l'altra si è, che l'occhio nol può mirare. E queste due propietadi sono nell'arismetica, chè del suo lume tutte le scienze s'alluminano...».

A arimética ilumina as outras sciências como o sol às estrelas.

Como Dante e Ariosto, CAMÕES põe nos seus versos as idéias do seu tempo, em que predominava a concepção geocêntrica do mundo, de Ptolomeu, e a luneta estava por inventar.

Contudo temos visto o verso: — E as estrelas no Céu, co a luz alheia — interpretado, como significando: — E as estrelas no Céu, com a Lua [2] —, citando-se a passagem do Sonho de Scipião, de Cicero, (*De Re publica*, VI, 16): «ex quibus erat ea (stella) minima, quae ultima a caelo, citima terris luce lucebat aliena» [3].

Faria e Sousa cita também esta passagem, sem mais comentário. Parece-nos bem que a sua intenção é apenas fazer notar a analogia

---

[1] Quando aquele que todo o mundo ilumina | do nosso hemisfério desce, | que o dia por toda a parte se extingue, | o céu, que antes só êle accende, | subitamente se faz de nôvo aparente | por muitas luzes, em que uma resplandece.

[2] J. Barbosa de Betencourt, *Subsídios para a leitura dos Lusíadas*, Paris-Lisboa, 1904, pág. 50.

[3] «uma das quaes era essa pequenina estrela que, sendo a ultima contando do ceo, e a mais proxima da terra, luzia com luz alheia».

da expressão *luce aliena*, aplicada à Lua, com a expressão *co a luz alheia*, aplicada por CAMÕES às estrêlas.

No comentário à estância x, 87, Faria e Sousa explica que as estrêlas são corpos *lisos*, reflectores da luz solar. Esta é que é a «luz alheia».

2. As estrêlas, porções condensadas da substância dos seus céus, são por eles arrastadas nos seus movimentos:

Da Lũa os claros rayos rutilauão,
Polas argenteas ondas Neptuninas,
As Estrellas os Ceos acompanhauão
Qual campo reuestido de boninas.

Os Lusíadas, canto I, estância 58.

As estrêlas fixas acompanham o firmamento; os planetas são levados nos céus respectivos. Assim o intervalo de tempo, que separa duas passagens superiores consecutivas duma mesmo estrêla fixa pelo meridiano, é um *dia sideral*, tempo duma rotação completa do primeiro móbil, menor, cêrca de quatro minutos, que o *dia solar médio*. No segundo verso da estância VII, 60:

O ceo volubil com perpetua roda,

dá nos o poeta uma bela e concisa definição do *dia sideral*, que é o período da *roda perpétua do céu volúbil*, período constante, metro natural do tempo.

Como, enquanto o céu dá uma volta, o Sol se move de ocidente para oriente na eclíptica, o dia solar é maior que o sideral, e êste curso próprio do Sol, através das constelações zodiacais, faz variar o aspecto do céu estrelado no decorrer do ano. Quando uma estrêla tem o seu ocaso cêrca duma hora depois do Sol, podendo distinguir-se na claridade dos últimos raios solares, diz-se que o seu ocaso é *helíaco;* se nasce cêrca duma hora antes do Sol, diz-se que tem nascimento helíaco. No antigo Egito o nascimento helíaco de Sírius, tendo lugar na época das cheias do Nilo, era celebrado com festas religiosas.

Distinguem-se ainda os nascimentos e ocasos *cósmicos* e *crónicos*. Estas distinções não teem grande importância na astronomia, mas teem-na para a interpretação dos poetas. No *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes é êste assunto objecto do Capítulo III, intitulado — De como nacem e se poem os Signos. Da deferença dos dias e noytes: e da deferẽça dos climas — :

«Ho nacer e ho por dos Signos he em duas maneiras: segundo os poetas: & segundo os Astrologos. Os poetas fazem tres deferenças

no nacer & no por dos signos. Cosmico: Cronico: & heliaco. Nacimēto *cosmico* se chama quando algũ signo ou estrella: sobe de dia sobre ho horizõte da parte de oriēte. E posto que em cada hum dia artificial [1] nação seys signos desta maneira: aquelle signo porem se diz ter nacimēto cosmico per excelencia: cõ o qual ho sol pella menhã nace: & este nacimento se chama proprio principal & de cada dia. Do qual temos enxēpro nas georgicas onde se ensina a fazer a sementeira das Favas & do milho no verão: quando ho sol estaa em ho signo de Tauro. Diz assi: Quando ho resprandecēte Touro abrir o ãno cõ seus cornos dourados: & dãdolhe lugar a cõstellaçã canis se põe........ Nacimento *cronico* ou temporal he: quando algum signo ou estrella: despoys do Sol posto sobe per cima do horizonte da parte de Oriente: e chamase *Cronico porque he de noite*. E temporal porque ho tempo dos Mathematicos he despoys que ho Sol se põe. Deste nacimento dezia Ouidio no de Ponto aqueixandose do muito tempo que auia que estaua degradado. As pleyades com seu nacimento fezeram ja quatro autunos: daua per estas palauras a entender que poys eram quatro autunos quatro annos eram passados de seu desterro........ Nacimento *Heliaco* ou solar se diz quando algum signo ou estrella se pode ver: por estar apartado do Sol: & antes nam se podia ver: por estar junto com elle. Deste nacimento diz Ouidio no de Fastis Ia ho Aquario leue com seu cantaro obliquo sayo...».

Como em Ovídio e Vergílio, vê-se o movimento das estrêlas seguido atentamente por poetas, como Dante e Camões, que na sua vasta erudição incluiam um conhecimento muito preciso da astronomia.

Dante dirige-se, com Vergílio, para o Inferno no comêço da noite; «Lo giorno se n'andava», como principia o canto segundo. Adeante (*Inferno*, canto VII, verso 98) o poeta repara que meia noite já vai passada,

> Già ogni stella cade, che saliva
> Quando mi mossi,

descaem já sôbre o horizonte as estrêlas que subiam quando, no princípio da noite, se dirigia para a terrível porta.

Camões indica o declinar da noite, pelo cair das estrêlas de nas-

---

[1] *Dia artificial* opõe-se a *noite*; é a parte do dia *natural* em que o sol está acima do horizonte.

cimento crónico, quando descreve o sonho de D. Manuel na estância IV, 67:

> O qual, como do nobre pensamento
> Daquella obrigaçam, que lhe ficàra
> De seus antepassados, (cujo intento,
> Foy sempre acrecentar a terra chara)
> Nam deixasse de ser hum so momento
> Conquistado: No tempo que a luz clara
> Foge, & as estrellas nitidas que saem
> A repouso conuidão, quando caem.

O *tempo que a luz clara foge*[1], sendo o tempo em que foge a luz do Sol, ou indica o comêço da noite ou a noite dum modo geral, como o tempo em que falta a luz solar. Pelo que se segue tem de optar-se por esta última interpretação.

Sair, falando das estrêlas, é surgir no horizonte, começar a subir, nascer enfim. As estrêlas que nascem de dia não se vêem; só as que nascem de noite *saem nitidas*. O adjectivo *nitidas* é importante, porque indica que o poeta se refere a estrêlas de nascimento crónico. Define-se pois nos últimos versos a parte da noite em que as estrêlas, que já de noite nasceram, convidam a repouso, pela sua queda do lado ocidental do meridiano. A noite caminha para o seu fim. E adeante, na estância 75, terminado o sonho, rompe a madrugada:

> Estendeo nisto Febo o claro manto:
> Pello escuro Emisperio somnolento:
> Veyo a menham no ceo pintando as cores
> De pudibunda rosa & roxas flores.

---

[1] João Franco Barreto põe: *á luz clara* em vez de *a luz clara*, fazendo preposição do *a* que era artigo. Não se justifica tal emenda.

As nossas transcripções são feitas d-*Os Lusiadas, Fac-simile da primeira edição*, Lisboa, Imprensa Nacional, 1899, de que há um exemplar na Biblioteca da Universidade.

V

A esfera

Sphaera Deus, cujus centrum est ubique, circumferentia nu·quam.

Nas estâncias 77 a 80 do canto X canta o poeta as propriedades geométricas da esfera. Tétis mostra ao feliz Gama o rotundo globo, transunto reduzido do mundo em pequeno volume: no centro a Terra, em volta as dez esferas concêntricas móveis e, envolvendo estas, a undécima esfera, o Empireo, imóvel. *Não se enxerga* a quinta essência que constitue a região celestial lúcida (vid. a transcrição que fizemos a pág. 20), vendo-se através dos diferentes céus claramente, no centro, a região dos quatro elementos, a Terra.

Aqui hum globo vem no ar, que o lume
Clarissimo por elle penetraua,
De modo que o seu centro esta euidente,
Como a sua superficia, claramente.

Qual a materia seja nam se enxerga,
Mas enxergasse bem que está composto
De varios orbes, que a diuina verga
Compos, & hum centro a todos so tem posto.

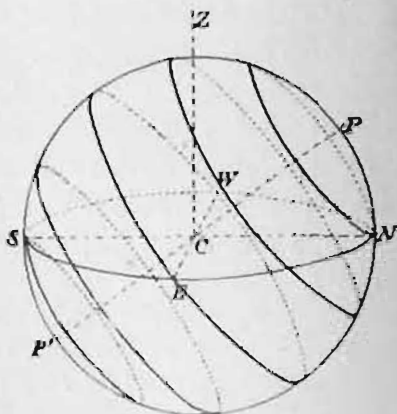
A superfície dêste rotundo globo, superfície tão *limada,* como se diz na estância 80, é uma superficie esférica. Leia-se a definição de esfera, com que abre o capítulo 1 do *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes:

«Sphera segundo Euclides he hũ corpo que se causa pello mouimẽto da circunferẽcia do meo circulo leuado per derredor ate tornar

ao seu lugar: estando ho diametro quedo. Segũdo theodosio sphera he hũ corpo maciso recolhido debaixo de hũa soo face: & tẽ no meo hum põto: do qual todallas linhas leuadas ate a circunferencia sam iguaes. Este ponto se chama cẽtro da sphera: A linha dereita q̃ passa pello cẽtro da sphera & toca cõ os seus cabos a circunferẽcia: chamase Eyxo da sphera. Os dous põtos q̃ sã cabos do eixo são polos do mũdo».



Na definição de Euclides, a que se chamava a definição *causal*, a esfera é uma superfície de revolução gerada pelo movimento de uma circunferência em tôrno do diâmetro; cada ponto da curva generatriz descreve um círculo cujo plano é perpendicular ao eixo de revolução. Tomando a linha dos polos para eixo, como se indica no final da transcripção que acabamos de fazer, podem considerar-se os pontos da esfera distribuidos em círculos perpendiculares ao eixo do mundo, paralelos portanto; e, seguindo em cada paralelo o movimento gerador, vê-se que os pontos vão estando a alturas diferentes sôbre o horizonte, erguendo-se até ao meridiano para baixar em seguida. Na definição de Teodósio, matemático do primeiro século antes de Cristo, considera-se a propriedade da equidistância dos pontos da superfície esférica ao centro; não se erguem nem se abaixam portanto estes pontos em relação ao centro da esfera. São estas duas definições que Camões tão engenhosamente resume no trocadilho dos dois primeiros versos da 2.ª parte da estância 78:



> Voluendo, ora se abaxe, agora se erga,
> Nũca sergue, ou se abaxa, & hũ mesmo rosto
> Por toda a parte tem, & em toda a parte
> Começa & acaba, em fim por diuina arte.

No primeiro verso está resumida a definição de Euclides. A palavra *volvendo* indica que a esfera é uma superfície de revolução; não se refere a movimento da esfera, porque a superfície externa do globo

pertence ao undécimo céu, ao Empírio imóvel. A esfera, *volvendo*, isto é, curvando-se em tôrno do eixo do mundo em círculos paralelos, ora se ergue, ora se abaixa em relação a um plano horizontal.

No segundo verso está resumida a definição de Teodósio. A esfera não se ergue nem se abaixa relativamente ao seu centro. E Tétis pode bem mostrar no globo a propriedade da equidistância, porque, sendo êle transparente, o seu centro, onde se vê a Terra, está evidente, como a sua superfície, claramente.

Não só na obra de Sacrobosco, mas também nos outros Tratados de astronomia do tempo, era usual darem-se as duas definições conjuntamente, como na *Margarita Philosophica*, Tract. I, Lib. VII, Cap. III, De Definitione Sphaerae. O poeta resumiu-as em dois versos com o seu engenhoso trocadilho.

Da definição de Teodósio resulta que, se cortarmos a esfera por um plano que passe pelo centro, obtemos um círculo de raio igual ao da esfera. A secção feita por um plano passando pelo raio tirado para qualquer ponto da esfera é um círculo máximo. A esfera é por isso uma superfície de curvatura constante; tem em todos os pontos e em todas as direcções a curvatura do seu círculo máximo. É esta constância de curvatura que o poeta exprime, quando diz que o globo «um mesmo rosto por toda a parte tem» e quando lhe chama *uniforme*, em seguida, na estância 79:

> Vniforme, perfeito, em si sostido,
> Qual em fim o Archetipo, que o criou.

Partindo dum ponto qualquer e seguindo um círculo da esfera, volta-se ao mesmo ponto. Na esfera, como no círculo, não há princípio nem fim determinado; e em qualquer ponto o princípio se une com o fim. «E em toda a parte começa e acaba em fim, por divina arte», diz o poeta. *Por divina arte* quer dizer à maneira de Deus, como Deus. A palavra *arte* é empregada na mesma accepção do final da estância III, 22:

> Esta, o velho que os filhos proprios come,
> Por decreto, do Ceo ligeiro, & leue,
> Veo a fazer no mundo tanta parte,
> Criando a Reino illustre, & foi *desta arte*.

Em igual sentido é empregada em III, 30:

> Mas o Principe Affonso, que desta *arte*
> Se chamaua, do Auò tomando o nome.

«Por divina arte» é equivalente a «segundo o tipo divino», à semelhança de Deus.

No Observatório Astronómico da Universidade existe uma tradução italiana da *Esfera* de Sacrobosco, com anotações e aditamentos, segundo o costume. Intitula-se *Annotationi sopra la lettione della Spera del Sacrobosco,* authore *M. Mauro Fiorentino.* Impressa em Florença, em 1550.

Além de uma tradução fiel (ad verbum) da *Esfera* de Sacrobosco, compreende: *Vna Spera Theologica Diuina, & Christiana* e *Vna Spera Platonica, con Alcune eccitationi mathematiche, Theologiche & diuine.* Da parte subordinada ao título — SPERA THEOLOGICA ET DIVINA — transcrevemos o seguinte trecho (pág. 161), cujo assunto é indicado na margem como constituindo um *Primo presupposito,* e que se relaciona estreitamente com o que vimos tratando:

«Presupponendo la spera materiale, colli suoi dieci circuli (come *figura perfetta,* alla quale non si puo aggiugnere, o minuire cosa alcuna, & doue *il principio è vnito col fine*) significare quella diuina & ideale spera intelligibile, qual' è la nuda, pura, & inuisibile essentia di Dio glorioso & benedetto. Il quale essentialmente solo é *perfetto,* & nõ se li puo aggiugnere cosa alcuna: & è quel cõ il quale il principio è col fine congiũto, anzi è vn' istessa cosa, principio & fine di tutte le cose, non di se stesso, ne da se stesso principiato, per esser' eterno & incomprensibile. Et cosi il circulo & spera, significare quella intelligibile, & Platonica, intellettuale spera, della quale il centro è per tutto, & la circunferencia in nessun' luogo».

Começaremos por notar que a esfera material com os seus dez círculos é a esfera armilar artificial, cujo estudo é o objecto do segundo capítulo da obra de Sacrobosco, para, por ela, se entender a esfera celestial. Assim o capítulo II do *Tratado da Sphera* intitúla-se: — Dos circulos dos quaes a esphera material he composta per que entendemos a celestial —. Começa-se por estudar a equinocial, segue-se o zodíaco, os dois coluros e o meridiano & horizonte, ao todo seis círculos máximos; depois estudam-se os quatro círculos menores que são os dois trópicos e os dois círculos polares.

Presupõe-se primeiro, na *Spera theologica & diuina,* que a esfera material com os seus dez círculos (como figura *perfeita,* à qual não se pode juntar nem deminuir cousa alguma, e onde o *princípio está unido com o fim*[1]) significa aquela divina e ideal esfera inteligível que

---

[1] «Ce qu'ils appelleront l'espace, ce sera cette sphère d'où ils ne peuvent sortir et sur laquelle se passent tous les phénomènes dont ils peuvent avoir connaissance. Leur espace sera donc *sans limites* puisqu'on peut sur une sphère aller toujours

é a nua, pura e invisivel essência de Deus glorioso e bemdito. Só êle é essencialmente *perfeito*, não se lhe podendo juntar cousa alguma; é nele que o princípio está junto com o fim, é uma mesma cousa, princípio e fim de todas as cousas, não de si mesmo nem por si mesmo principiado, por ser eterno e incompreensivel. E assim o círculo e a esfera significam aquela inteligível e platónica, intelectual esfera, cujo centro está em toda a parte e a circunferência em parte alguma.

Encontram-se aqui duas ideias que Camões também exprime. Na esfera o princípio une-se com o fim, como em Deus: «em toda a parte começa e acaba em fim por diuina arte». A esfera é uma figura perfeita, à qual se não pode juntar nem tirar cousa alguma, como é perfeito Deus; também do rotundo globo diz Tétis que é *perfeito*, qual o «archetipo que o criou», isto é, como Deus.

Da obra de Mauro Florentino reproduzimos as duas estampas juntas. A primeira é a Esfera Platónica, cuja explicação se pode ler na parte inferior da página. A segunda é a Esfera teológica e cristã, composta de dez círculos, seis máximos e quatro menores, como a esfera material, os quais Mauro explica minuciosamente; estes circulos significam as perfeições divinas. Assim a representação de Deus na esfera passa da filosofia platónica para a teologia cristã neste curioso livro, metade astronómico, metade teológico, que Camões podia ter lido.

O termo *archetypo* encontra-se em Sacrobosco. No *Tratado da Sphera* lê-se, na parte do capítulo I intitulada — Da redondeza do ceo:

«Que ho ceo seja redõdo ha tres rezões. Semelhãça . proueito . & necessidade. Pella semelhança se proua ho ceo ser redondo porque este mundo sensiuel: he feito a semelhança do mundo archetypo: em ho qual nam ha principio nem fim. E por isso ho mundo sensiuel tem figura redonda: em a qual não ha principio nem fim».

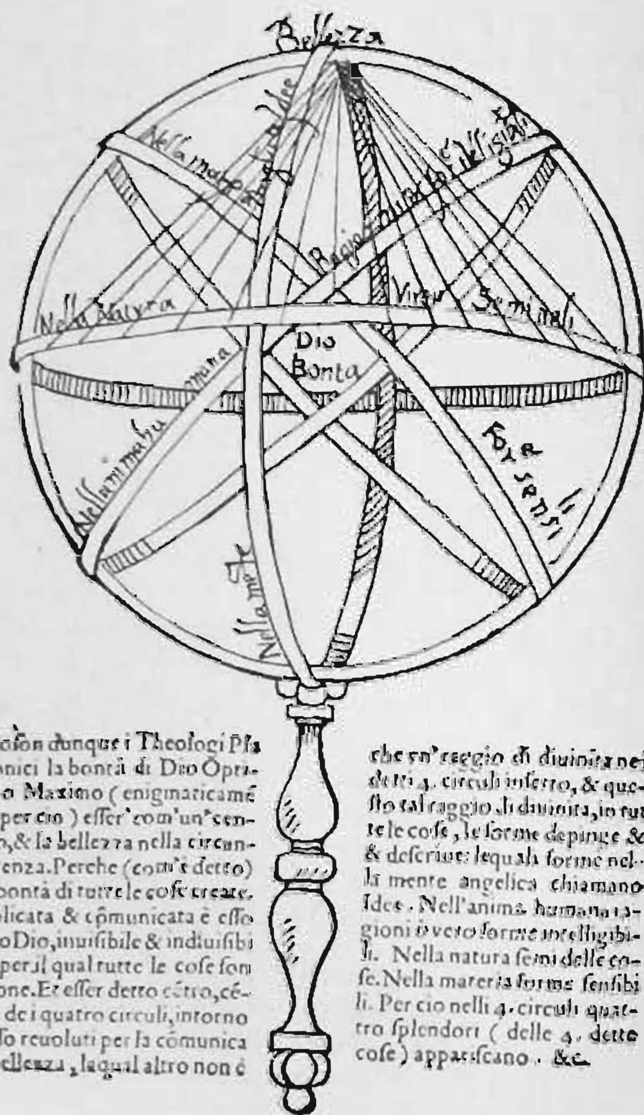
Compare-se com a estância 80:

Ves aqui a grande machina do mundo,
Eterea, & elemental, que fabricada
Assi foy do saber alto, & profundo,
Que he *sem principio, & meta limitada,*
Quem cerca em derredor este *rotundo*
Globo, & sua superficia tam limada,
He Deos, mas o que he Deos ninguẽ o entende,
Que a tanto o engenho humano não se estẽde.

---

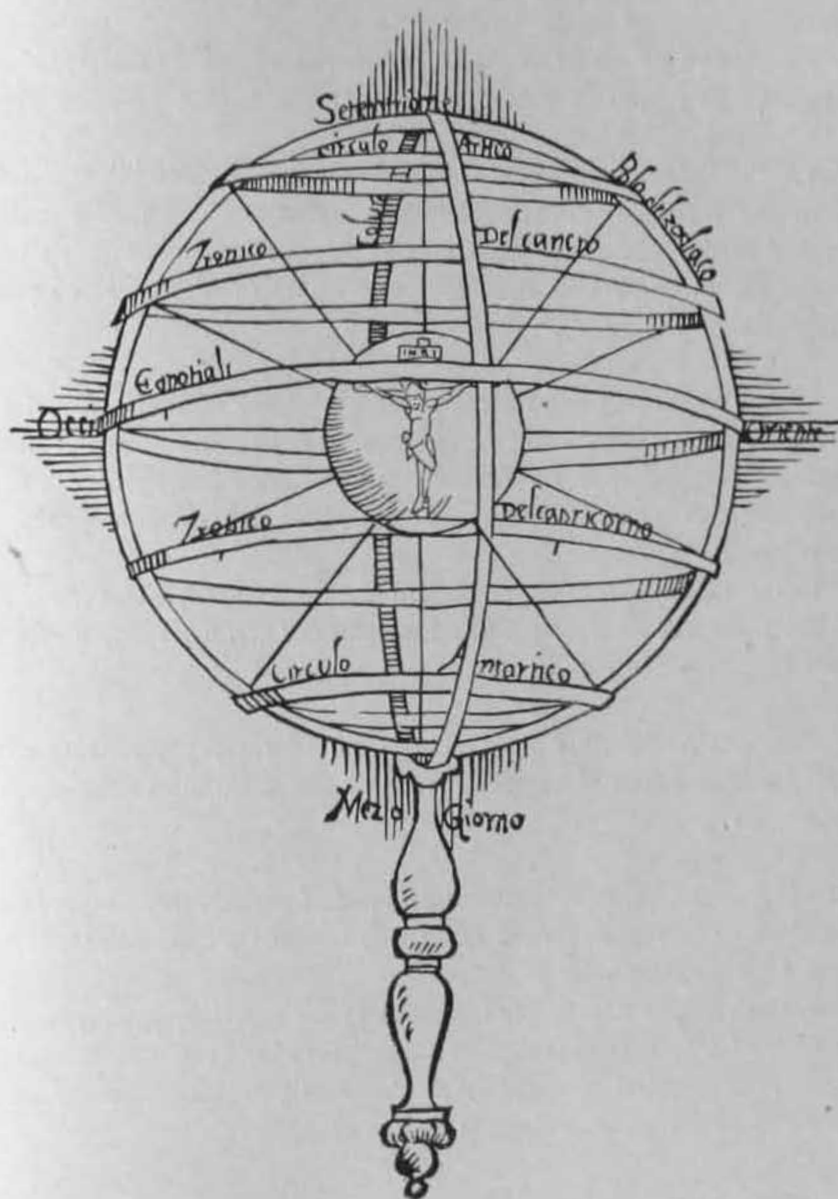
devant soi sans jamais être arrêté, et cependant il sera *fini;* on n'en trouvera jamais le bout, mais on pourra en faire le tour». H. Poincaré, *La science et l'hypothèse*, Paris, Chap. III, Les géométries non euclidiennes, La Géométrie de Riemann.

Spera Platonica.



Poson dunque i Theologi Platonici la bontà di Dio Optimo Maximo (enigmaticamente per cio) esser com'un centro, & la bellezza nella circunferenza. Perche (com'è detto) la bontà di tutte le cose create, esplicata & cõmunicata è esso uno Dio, inuisibile & indiuisibile, per il qual tutte le cose son buone. Et esser detto cẽtro, centro dei quatro circuli, intorno a esso reuoluti per la cõmunicata bellezza, laqual altro non è che un raggio di diuinita ne i detti 4. circuli inserto, & questo tal raggio di diuinita, in tutte le cose, le forme depinge & & descriue: lequali forme nella mente angelica chiamano Idee. Nell'anima humana ragioni ò vero forme intelligibili. Nella natura semi delle cose. Nella materia forme sensibili. Per cio nelli 4. circuli quattro splendori (delle 4. dette cose) appariscano. &c.

Spera Theologica Chriſtiana, & diuina.



O mundo tem a forma de um rotundo globo, onde não há princípio nem fim determinado, à semelhança de Deus, que é sem princípio nem meta limitada.

O *mundo archetypo* é Deus, que concebe e executa o mundo sensível à sua imagem e semelhança; o artífice é modêlo da própria obra.

No célebre *Commentario á Esfera de Sacrobosco* de Clavio, lê-se, a pág. 76 da edição de Veneza de 1591 [1]:

«A similitudine quidem sic argumentatur. Mundus hic sensibilis fabricatus est ad similitudinem mundi archetypi, id est, Dei optimi Maximi in quo nec est principium nec finem assignare, cum sit infinitus. Debet igitur esse rotundus, ut nõ possit assignari in eo principium neque finis».

«Por semelhança argumenta-se assim. Êste mundo sensível foi fabricado à semelhança do mundo arquétipo, isto é, de Deus Optimo Maximo, no qual, por ser infinito, se não assina princípio nem fim. Deve portanto ser redondo, para se não poder nele assignar princípio nem fim».

Comentando a mesma passagem de Sacrobosco, diz Vineto na *Sphaera Joannis de Sacro Bosco Emendata, Lutetiae*, 1557, a que já atrás (pág. 10) nos referimos:

«Mundus Archetypus hic dicitur ea mũdi forma, quam mente concepit Deus mundum hunc facturus: quae Dei cogitatio eterna est, vt Deus ipse».

«Chama-se aqui mundo arquétipo áquela forma do mundo que Deus concebeu na sua mente para fazer êste mundo: a qual cogitação de Deus é eterna, como êle próprio».

Esta definição não é, porêm, distinta da anterior, porque, como diz Pedro Ciruello Darocense, no seu comentário, à mesma passagem: «ydea vero ĩ deo nõ distinguitur re ab essentia diuina» [2]; «em Deus a ideia não se distingue realmente da sua essência».

---

[1] *Christophori Clauii Bambergensis, S. J., In Sphaeram Joannis de Sacro Bosco Commentarius, nunc tertio ab ipso Auctore recognitus, Venetiis, 1591*. Há um exemplar desta edição no Observatório Astronómico.

[2] *Johannis de sacro busto sphere textum vna cum additionibus non aspernandis Petri Ciruelli D., Parisiis, Jehan Petit, 1515*. Existe um exemplar na Biblioteca da Universidade.

Na *Margarita Philosophica*, Tract. I, Lib. VII, Cap. IIII, lê-se:

«Factus est enim mundus sensibilis ad similitudinē & exemplar mundi intellectualis archetypi & ideae mentis diuinae, in quo nec est principium nec finis, sicut & in figura sphaerica. Vnde Boetius. Tu cuncta superno Ducis ab exēplo, pulchrum pulcherrimus ipse Mundum mente gerens, similique imagine formans. Consentiunt Plato & Mercurius trismegistus».

«O mundo sensível foi pois feito à semelhança e imagem do mundo intelectual arquétipo e ideia da mente divina, em que não há princípio nem fim, assim como na figura esférica. Donde Boécio: Tu tudo derivas do supremo exemplo, tu que és belíssimo geras na mente um mundo belo e em semelhante imagem o formas. Nisto concordam Platão e Hermes Trismegisto».

O mundo arquétipo é pois, em última análise, o próprio Deus. Que as propriedades da esfera reflectem os atributos divinos di-lo o poeta na expressão «por divina arte», com que termina a estância 78, e no verso — qual em fim o archetypo que o criou — da estância imediata.

Mas a geometria esférica não desvenda afinal, de modo satisfatório, o divino mistério, pois que

> ... o que he Deus ninguē o entende,
> Que a tanto o engenho humano não se estēde.

VI

A grande máquina do mundo

1\. No canto X faz Tétis aos argonautas portugueses uma lição de mecânica celeste segundo a teoria da escola de Alexandria.

O princípio matemático que anima a astronomia grega, dando lugar a observações e cálculos de admirável persistência e subtileza, é a explicação dos movimentos periódicos dos astros, que já aos caldeus e egípcios se mostravam tão complicados nas suas observações da lua e dos planetas, por uma sobreposição de movimentos periódicos da forma mais simples, isto é, de movimentos circulares e uniformes. Os mais complicados movimentos celestes foram, dentro dos limites de precisão que permitiam atingir os instrumentos de observação à vista desarmada, representados com grande felicidade e sucesso pela aplicação daquele pensamento matemático. Os planetas movem-se em círculos *(epiciclos)* cujos centros se deslocam sôbre outros círculos *(deferentes)* excêntricos em relação à Terra, colocada no centro do mundo, resultando da combinação daqueles movimentos as suas *estações* e *retrogradações*. O complexo sistema epicíclico de Cláudio Ptolomeu, de Alexandria, último grande cultor da astronomia grega, é uma admirável concepção geométrica do universo que permite a construção de tábuas dos movimentos do sol, da lua e dos planetas. As posições observadas confirmam depois as posições calculadas, provando o superior engenho dos grandes espíritos matemáticos que foram gradualmente desenvolvendo o sistema.

A teoria astronómica da escola alexandrina é sucessivamente afinada durante 400 anos de observações e cálculos dos astrónomos árabes. Cultivado depois pelos astrónomos europeus, o sistema ptolomaico tem por fim, com o renovamento dos estudos de literatura grega da Renascença, uma nova Alexandria na cidade de Nürnberg, com os trabalhos de Regiomontano e seus sucessores.

Está então reunido o material scientífico que permite ao génio de Copérnico a simplificação do sistema. Havendo no conjunto dos movimentos dos planetas ciclos percorridos por todos êles, no mesmo tempo em que o sol faz a volta do zodíaco, em planos paralelos à eclíptica; e havendo uma estreita dependência entre as posições nesses ciclos e as posições do sol no seu curso anual, concluiu Copérnico que esses movimentos eram devidos a uma acção comum que não podia ser senão a translação da Terra em tôrno do centro comum dos movimentos planetários: o sol. Afirmando a rotação da Terra e o seu movimento em tôrno do sol, Copérnico não se limita a repetir as ideias de Aristarco de Samos, que, no terceiro século antes de Cristo, ensinava já a rotação e translação da Terra à volta do sol. Copérnico funda as suas afirmações nas observações e cálculos de tantas gerações passadas, resumidas na teoria de Ptolomeu, afinada e completada pelos astrónomos árabes e europeus. Meditando o sistema, Copérnico simplificou-o: tornando-o heliocêntrico, suprimiu muitos círculos; a rotação da Terra aliviou as estrêlas da acção do primeiro e do segundo móbil. Baseado no princípio do movimento circular e uniforme, o seu sistema é ainda uma combinação de excêntricos com alguns epiciclos.

O livro *De reuolutionibus* de Copérnico foi publicado em 1542, mas durante meio século o sistema conta apenas um pequeno número de aderentes[1]. Quando por 1570 o astrónomo dinamarquês Ticho-Brahe visita a Alemanha, encontra aí a aspiração, também dominante em França e Itália, por uma *Astronomia sine hypothesi;* a doutrina de Copérnico não parecia suficientemente justificada pelo material de observação em que se fundava; ansiava-se por uma larga série de observações planetárias de maior precisão, que decidisse a contenda dos astrónomos.

Ticho-Brahe, nada inclinado à ideia do movimento da Terra, tomou sôbre si essa tarefa. Observador admirável, conseguindo reduzir

---

[1] No *Repertório dos tempos* de André de Avelar, Lisboa, 1590, fl. 26, v., lê-se: «proua-se tambem com muitas demonstrações sua (da Terra) immobilidade, ainda que aja auido muitos varões muy doctos, que disseram mouer-se a terra, como foi Pythagoras, & em nossos tempos Copernico, q̃ disse estar o sol no meyo do mundo quieto & fixo, & a terra ser a que se mouia, & ainda que este doctissimo astronomo suppos isto para suas demonstrações, não he de crer que entendesse ser assi verdade, senão que deu à terra aquelles mouimentos, para milhor conseguir seu intento, como tambem o fez Ptolomeo, pondo hũa vez Eccentricos, & outra concentricos com Epiciclos, & de qualquer maneira concluio & aprouou o que queria, que era saber as apparencias dos Planetas». O mesmo se repete nas edições de 1594 e 1602.

a 1 minuto os erros das medições instrumentais sem luneta, acumula durante vinte e um anos, no seu observatório de Uranienburg, na pequena ilha de Hveen, um vasto registo de observações do planeta Marte, que, pela sua grande excentricidade, estava destinado a decidir a contenda. Quando em 1601, exilado, morria em Praga exclamando no delírio da febre: — *ne frustra vixisse videar,* creio que não tenho vivido debalde —, deixava Kepler, que lhe assistia aos últimos momentos, na posse das suas preciosas observações, donde o sistema de Copérnico havia de sair confirmado e purificado.

Sabendo ser de 687 dias a duração da revolução sideral de Marte em tôrno do sol, Kepler, adepto da doutrina copernicana, teve a ideia de associar as observações de Ticho duas a duas, reünindo aquelas que separava um intervalo de 687 dias e que correspondiam portanto à mesma posição do planeta na sua órbita. Tomando para órbita da Terra uma circunferência, suposição bastante aproximada em virtude da sua pequena excentricidade, as cordas de ligação daqueles pares de pontos eram bases de triângulos tendo por vértices opostos as diversas posições de Marte, que assim pôde marcar por pontos, independentemente de qualquer outra hipótese. Restava fazer passar por esses pontos, marcados numa folha de papel como uma piquetagem no terreno, uma curva com os desvios permitidos pelos erros de observação. A adopção dum excêntrico dava desvios de 8 minutos na perspectiva de Marte e os erros de Ticho não excediam 1 minuto; a órbita circular estava pois condenada. Depois de muitas tentativas, Kepler, conhecedor da teoria das secções cónicas de Apolónio (230 a. C.), acaba por verificar que uma elipse satisfaz às observações tichonianas.

Em 1609 publica Kepler as suas duas primeiras leis, a lei do movimento elíptico e a lei das áreas, no seu famoso livro *De stella Martis.* O sistema de Copérnico é depurado definitivamente dos excêntricos e epiciclos. Uma concepção geométrica mais bela do universo se contêm nas leis de Kepler. Os planetas descrevem elipses com um dos focos no sol; e os raios vectores dirigidos do sol para os planetas, variando de comprimento nos diferentes pontos da elipse, vão varrendo áreas iguais em tempos iguais. A terceira lei, a chamada lei harmónica, que liga os tempos de revolução dos planetas com os eixos maiores das órbitas, só foi publicada em 1618. Como aplicação das novas leis, calculou Kepler as *Taboas Rudolfinas,* com aplicação à navegação; a teoria das cónicas de Apolónio, dum valor puramente especulativo durante tantos séculos, passa assim a auxiliar os pilotos nas derrotas marítimas.

Das três leis de Kepler pôde Newton deduzir a lei da atracção na

razão directa das massas e inversa do quadrado das distâncias, que êle publicou na sua grande obra *Philosophiae Naturalis principia mathematica, Londini*, 1687, depois de a ter meditado durante vinte anos. Com uma concisão notável diz o professor Bouasse da Universidade de Tulosa:

«L'ambition du physicien est de reconstruire le monde par voie syllogistique à partir d'un principe assez général» [1].

Êste princípio é hoje, na astronomia, a lei de Newton. Partindo da lei da atracção newtoniana, pôde Laplace reconstruir o mundo solar por meio do silogismo que ele intitulou— *Tratado de mecânica celeste*.

Da sucinta exposição que acabamos de fazer resulta que a lei de Newton, pedra angular da astronomia moderna, é uma conquista da humanidade na procura de leis cada vez mais simples e mais gerais, em concordância com o rigor crescente das observações; ela não podia ter sido formulada por um só homem. E a teoria astronómica da escola alexandrina foi uma das gloriosas *étapes* no progredir incessante da sciência, a qual, segundo Mach [2], se pode considerar um problema de *minimo*: expôr os factos o mais perfeitamente possível com o *minimo dispendio intellectual*. Aquela teoria merece a nossa admiração, e não o desdem daqueles que, familiarizados hoje com a concepção heliocêntrica de Copérnico, se julgam capazes de ter podido dar alguns conselhos a Ptolomeu.

Do sistema ptolomaico não há em língua nenhuma tão grandioso e belo resumo como a descripção que nos deixou a lira de Camões.

2. Depois dos estudos feitos nos capitulos anteriores podemos seguir agora mais rápidamente a descrição da máquina do mundo que começa na estância 75 do canto X. Restringir-nos hemos, o mais possível, à parte puramente astronómica.

Despois que a corporal necessidade
Se satisfez do mantimento nobre,
E na armonia & doce suauidade,
Virão os altos feitos, que descobre
Thetis de graça ornada, & grauidade,
Pera que com mais alta gloria dobre,
As festas deste alegre & claro dia
Pera o felice Gama assi dizia.

---

[1] *De la méthode dans les sciences*, Paris, F. Alcan.
[2] E. Mach, *Die Mechanik in ihrer Entwickelung*.

Faz te merce barão a Sapiencia
Suprema, de cos olhos corporais
Veres, o que nam pode a vã ciencia
Dos errados & miseros mortais;
Sigueme firme & forte com prudencia
Por este monte espesso, tu cos mais:
Assi lhe diz, & o guia por hum mato
Arduo, difficil, duro a humano trato.

Nam andão muito que no erguido cume
Se acharão, onde hum campo se esmaltaua,
De Esmeraldas, Rubis, tais que presume
A vista, que diuino chão pisaua:
Aqui hum globo vem no ar, que o lume
Clarissimo por elle penetraua,
De modo que o seu centro esta euidente,
Como a sua superficia, claramente.

Neste monte espesso, de mato árduo, difícil a humano trato, por onde é preciso seguir firme e forte com prudência, está bem simbolizado todo esse longo trabalho de pacientes observações e laboriosos cálculos, todo esse dispêndio de engenho de tantos homens de superior capacidade em procura das leis que regem os movimentos dos astros. E a teoria a que se chegou, dum subido valor, não só pelo trabalho que custou como pelas benefícios que dela se colhem, é o erguido cume, esmaltado de rubis e esmeraldas, chão divino, donde é permitido, através do modêlo criado, abranger a complicada variedade dos fenómenos astronómicos, prevê-los em cálculos prévios nas preciosas tábuas, bem conhecidas dos navegadores portugueses.

A concepção astronómica da escola de Alexandria era para Ptolomeu um modêlo puramente matemático; as suas esferas são apenas fórmulas matemáticas, auxiliares geométricos para o cálculo das posições dos astros. Para os astrónomos árabes, porêm, como Albaténio, as esferas são sólidas, à maneira de Aristóteles; são peças, com existência física, do vasto maquinismo pelo qual os corpos celestes são postos em movimento. Purbáchio, nas suas *Teoricas,* adoptou as esferas sólidas dos árabes, feitas de quinta essência, com as dimensões suficientes para, dentro delas, terem livre jôgo os deferentes e epiciclos de cada planeta. O modêlo criado para a concepção do universo deixa pois de ser puramente geométrico; é um modêlo físico-mecânico. É a máquina do mundo, que ao Gama e companheiros é dado ver com os olhos corporais.

Cícero e Materno contam que Arquimedes, o grande matemático siracusano, fabricara uma esfera de vidro onde se via a constituição dos céus e sua disposição e movimentos. Clávio descreve, no seu

Commentario á esfera de Sacrobosco (pág. 17 da edição citada), esta admirável esfera onde os globos dos planetas, especialmente os do sol e da lua, caminhavam com os seus movimentos próprios, exactamente como no céu, tal era a perfeição e certeza com que essa esfera vitrea, realizada pela indústria e arte de Arquimedes, imitava a esfera celeste. Faria e Sousa cita também o globo de Arquimedes, que mereceu ao poeta Claudiano um epigrama laudatório.

Mas no tempo mesmo de CAMÕES uma admirável representação dos movimentos celestes, como nunca se construíra outra, deleitava o imperador Carlos V (n. 1500 — m. 1558) no seu retiro no mosteiro de S. Justo. Ao sr. Dr. José Maria Rodrigues devemos esta interessante notícia. Na coluna 733 do *Supplementum historiarum ab orbe condito M. Antonii Coccii Sabellici, ex Paulo Jovio atque aliis*, lê-se [1]:

«Hunc locum sibi delegit Carolus Caesar, ubi uitam procul ab omnibus negotijs & strepitu ageret, instrumento illo mirabili oblectatus, in quod Leonellus mathematicus insignis, omnē coelestium orbium, siderum & motuū addito etiam octauae sphaerae motu perpetuo, diuino prorsus artificio, incluserat: huiusmodi machina nullis retro seculis, neque audita est neque uisa».

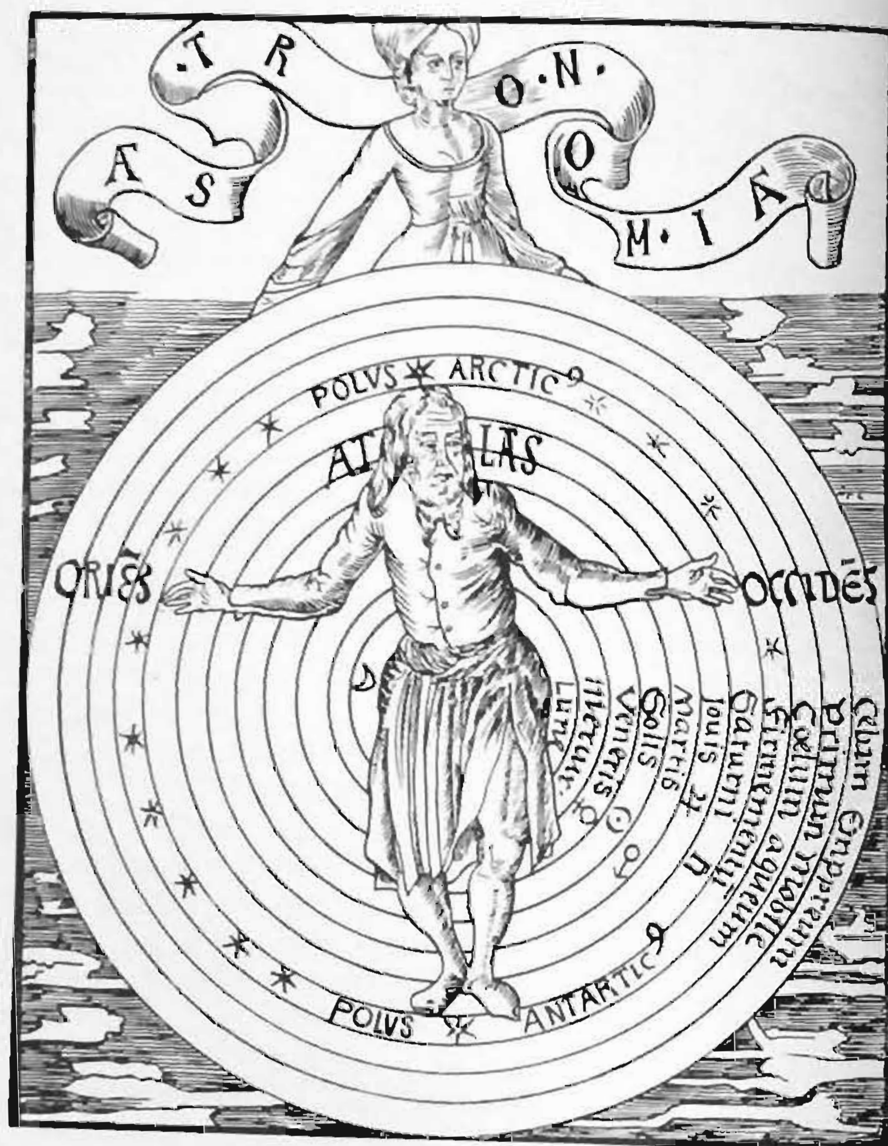
Sabélico mostra-nos o imperador Carlos V passando os seus dias no mosteiro de S. Justo, longe dos negócios e bulício do mundo, encantado com o instrumento admirável onde o insigne matemático Leonelo incluíra uma representação completa das esferas celestes e dos astros com seus movimentos, juntando também o movimento perpétuo da oitava esfera. Nunca se vira nem ouvira falar duma máquina assim nos séculos passados.

Êste movimento perpétuo da oitava esfera é o movimento de trepidação que lhe é próprio. Podia assim vêr-se neste aparelho o curso ordenado das estrêlas em tôrno dos *axes* da oitava esfera, os pontos equinociais médios, polos do movimento de trepidação, a que CAMÕES se refere na estância 87.

Dêste famoso aparelho de Leonelo devia CAMÕES ter tido conhecimento. Teria ele visto algum modêlo semelhante?

De globos terrestres fazia-se no século XVI um grande comércio

[1] É o tomo terceiro da obra: *M. Antonii Coccii Sabellici Opera Omnia*, Basileae, 1560. A transcrição é feita do exemplar existente na Academia das Sciências de Lisboa. Parece haver aqui um êrro tipográfico onde se lê: — ... omnē coelestium orbium, siderum & motuū...; — devendo provavelmente ser: — omnē coelestium orbium, & siderum motū...



A máquina do Mundo,
gravura extraída da *Margarita Philosophica*, Lib. VII, Tract. I, Cap. V
(nas dimensões do original)

em Lisboa, globos muito artísticamente iluminados, mas muito errados, como se queixa Pedro Nunes no *Tratado em defensam da carta de marear*:

«Mas isto he mais pera espantar: que fazendose cada dia nesta cidade: globos muito fermosos: & custosos: nos quaes por serem conformes ao mundo perque andamos nam cabe nenhũ engano: por carecerem de sciẽcia: os que os fazem & os que os mãdam fazer: cometem nelles dobrados erros: ....
........: posto que nos taes globos aja muyto ouro: & muytas bãdeyras, Alifantes & Camelos: e outras cousas iluminadas...».

A máquina do mundo, porêm, que Tétis mostra aos portugueses não é feita de cristal, nem de armilas metálicas, nem movida por aparelhos de relojoaria. É um simples «trasunto reduzido» do mundo em pequeno volume, como se díz na estância 79, composto dos quatro elementos no centro e da quinta essência na região celestial, e tendo os movimentos naturais; é o modêlo do universo como o concebia a sciência do tempo. Um globo, como esse que vêem no ar, nenhum mortal lograra ver com os olhos corporais, como agora aos portugueses fazia mercê a Sapiência suprema.

Qual a materia seja nam se enxerga,
Mas enxergasse bem que está composto
De varios orbes, que a diuina verga
Compos, & hum centro a todos so tem posto.

Não se enxerga a matéria que compõe a parte celestial, porque a quinta essência não pode ser apreendida pelos sentidos, vendo-se através della a Terra no centro. Mas enxerga-se bem que está composta de vários orbes concêntricos à Terra; quer dizer, neste globo transparente podem distinguir-se os contornos aparentes das onze esferas e, portanto, uma série de círculos concêntricos, como na figura junta que extraímos da *Margarita Philosophica* e que mostra, representadas por círculos, as sete esferas planetárias desde a da Lua até à de Saturno, o Firmamento, o Céu áqueo ou cristalino, o primeiro móbil e, finalmente, o Empíreo. Quando o poeta emprega o termo *círculo,* como em 85:

Debaxo deste circulo onde as mundas
Almas diuinas gozão, que nam anda,

não emprega *círculo* como sinónimo de *esfera;* designa a superfície pela curva do seu contôrno aparente, pela curva que à vista a está representando.

Completando a estância 78, diz o poeta:

> Voluendo, ora se abaxe, agora se erga,
> Nunca sergue, ou se abaxa, & hũ mesmo rosto
> Por toda a parte tem, & em toda a parte
> Começa & acaba, em fim por diuina arte.

Já vimos no capítulo anterior que no primeiro verso se exprime que a esfera é uma superfície de revolução, podendo supôr-se gerada pelo movimento de uma semicircunferência em tôrno da linha dos polos, subindo e descendo relativamente ao horizonte. No segundo verso está expressa a propriedade da equidistância ao centro, não subindo nem descendo a superfície esférica em relação a êste ponto; e *um mesmo rosto* traduz a propriedade da esfera ser uma superfície de curvatura constante. Enfim, começando e acabando em qualquer ponto, não tem princípio nem fim determinado, unindo-se o princípio com o fim, por divina arte, isto é, segundo o divino exemplar. Esta semelhança com Deus é completada na estância seguinte:

> Vniforme, perfeito, em si sostido,
> Qual em fim o Archetipo, que o criou:
> Vendo o Gama este globo, comouido
> De espanto & de desejo ali ficou,
> Dizlhe a Deosa, O trasunto reduzido
> Em pequeno volume aqui te dou
> Do mundo aos olhos teus, pera que vejas
> Por onde vas, & yras, & o que desejas.

A máquina do mundo, assim mostrada ao Gama, como transunto reduzido do universo, tal qual o concebia a sciência do tempo, divide-se em duas regiões: etérea e elemental.

«Vniuersalis autem mundi machina in duo diuiditur, in aethercam scilicet, & elementarem regionem», diz Sacrobosco. Na tradução de Pedro Nunes lê-se:

«A vniuersal machina do Mundo se diuide em duas partes. Celestial: & elemental. A parte elemental he sojeita a cõtinua alteração: & diuidese ẽ quatro .s. terra a qual está como centro do mundo no meo assentada: seguese logo a Agoa & per derredor della ho aar. & logo ho fogo puro que chega ao ceo da lua: segũdo diz Aristoteles no liuro dos metheoros: porque assi os assentou deos grorioso & alto. E estes quatro sam chamados elemẽtos: os quaes hũs dos outros se alteram & corrompem & tornã a gerar. Sam os elementos corpos simprezes que se nam podem partir em partes de diuersas formas: pella mistura dos quaes se fazem diuersas species das cousas que se

geram. E cada hum dos tres cerca de todo a terra per derredor se não quanto a secura da terra resiste ha humidade da agoa pera viuenda de algũs animaes. E todollos outros afora a terra se mouem: a qual como centro do mundo com seu peso: foge igualmente de todallas partes o grande mouimento dos estremos: & fica no meo da redonda Sphera.

Junto da regiam dos elementos: esta logo a regiam celestial lucida: & pello seu ser ĩmudauel he liure de toda mudança: tẽ contino mouimento circular: & chamaranlhe os philosofos Quinta essencia».

A distinção entre as regiões etérea e elemental é indicada na estância imediata:

Ves aqui a grande machina do mundo,
Eterea, & elemental, que fabricada
Assi foy do saber alto, & profundo,
Que he sem principio, & meta limitada,
Quem cerca em derredor este rotundo
Globo, & sua superficia tam limada,
He Deos, mas o que he Deos ninguẽ o entende,
Que a tanto o engenho humano não se estẽde.



3. A enumeração das onze esferas que constituem a região etérea começa agora, da periferia para o centro, pelo Empíreo que na figura está designada por *Celum empyreum*.

Este orbe que primeiro vay cercando
Os outros mais pequenos, que em si tem,
Que està com luz tão clara radiando,
Que a vista cega, & a mente vil tambem
Empireo se nomea, onde logrando
Puras almas estão de aquelle bem,
Tamanho, que elle so se entende & alcança,
De quem não ha no mundo semelhança.

Por baixo do Empíreo imóvel corre o primeiro móbil, a esfera impulsora do movimento diurno, que o poeta introduz na estância 85:

Em fim que o sumo Deus, que por segundas
Causas obra no mundo, tudo manda:
E tornando a contarte das profundas
Obras da mão diuina veneranda,
Debaxo deste circulo onde as mundas
Almas diuinas gozão, que nam anda,
Outro corre tam leue & tam ligeiro,
Que não se enxerga, he o Mobile primeiro.

Do primeiro móbil diz Sacrobosco: «Sed primus omnes alias

sphaeras secum impetu suo *rapit* intra diem, & noctem circa terram semel».

Pedro Nunes traduz: «Mas o primeiro mouimento *moue & leua* com seu ympeto todallas outras Spheras & em hũ dia cõ sua noite fazẽ per derredor da terra hũa reuolução»[1].

O poeta canta:

Com este rapto & grande mouimento,
Vão todos os que dentro tem no seyo
Por obra deste, o Sol andando a tento
O dia & noite faz, com curso alheyo.

No primeiro verso indica-se com o adjectivo *grande* a rapidez do movimento diurno, de todos os movimentos celestes o de maior velocidade; com a palavra *rapto* indica-se a sua causa, sendo o primeiro móbil que arrasta consigo todas as esferas interiores, «omnes alias sphaeras secum impetu suo *rapit*».

Faria e Sousa parece considerar *rapto* como substantivo e diz que é termo próprio dos matemáticos. No Cap. III da *Sphaera* de Sacrobosco lê-se:

«Notandum etiam, quòd Sol tendens à primo puncto Capricorni per Arietem usque ad primum punctum Cancri, *raptu* firmamenti describit 182 parallelos...... Item iam dictos circulos describit Sol, *raptu* Firmamenti descendens à primo puncto Cancri per Libram usque ad primum punctum Capricorni».

Aqui está com efeito o substantivo *rapto*, exprimindo o movimento de arraste com que o primeiro móbil leva a esfera inteira do Sol a dar 182 voltas, enquanto o Sol no seu excêntrico avança debaixo da eclíptica desde o primeiro ponto de Capricórnio, por Áries, até ao primeiro ponto de Câncer; e outras 182 voltas enquanto o Sol desce do primeiro ponto de Câncer, pelo signo de Libra, até ao primeiro ponto de Capricórnio.

Na *Margarita Philosophica*, Lib. VII, Tract. I, Cap. XXXI, tratando-se do quarto céu, à pregunta do discípulo — Como se move este céo? — responde-se: «Quemadmodum superiores *motu raptus* ab oriente

[1] No *Tractado da Spera do Mundo*, existente na Biblioteca de Munich, a que já nos referimos na pág. 10, lê-se a seguinte tradução do mesmo trecho: «Et ho nono ceo com seu mouimemto *arrebata e moue consiguo* todolos mais debaixo darredor da terra: em cada vimte e quatro horas faze hũa reuolluçam». Joaquim Bensaúde, *L'astronomie nautique au Portugal à l'époque des grandes découvertes*, Bern, 1912, pág. 165.

per occidentem, redeundo in orientem, in 24. horis, ad motum primi mobilis». A esfera solar move-se como as superiores com o movimento de *rapto* de oriente para ocidente voltando a oriente, seguindo o movimento do primeiro móbil.

Parece-nos porêm que o poeta emprega *rapto* como adjectivo, exprimindo com as duas palavras *movimento rapto* a mesma ideia do substantivo *rapto*. Assim na *Chronographia ou reportorio dos tempos* de André de Avelar, 1594, começa o Cap. LXX:

«Debaixo destes doze signos alem do *mouimento rapto* do Oriente em Ponẽte se moue o Sol de seu meão mouimento per obliquo de Occidente a Oriente cada dia natural 59. min. & 8 segundos quasi».

Aqui está o movimento diurno do sol designado como *movimento rapto*, isto é, movimento de arraste, proveniente do primeiro móbil, em opposição ao movimento próprio «per obliquo» na eclíptica.

O poeta diz análogamente que todas as esferas contidas no seio da décima esfera vão com êste *rapto e grande movimento*, isto é, com o grande movimento de arraste em que são levadas por esta esfera. Hoje o primeiro móbil é a Terra. É a rotação da Terra que produz o movimento diurno dos astros. É êste «rapto e grande movimento», êste grande movimento em que somos levados no glôbo terráqueo, que nos dá a aparência do movimento diurno do firmamento. O verso do poeta ainda tem actualidade, aplicado à Terra.

Na segunda parte da estância 86 é descrita a nona esfera ou segundo móbil, tambêm chamada Céu Áqueo ou Cristalino, designada na figura por *Coelum aqueum*.

Debaxo deste leue anda outro lento,
Tam lento, & sojugado a duro freyo,
Que em quanto Phebo, de luz nunca escasso
Dozentos cursos faz, da elle hum passo.

O Cristalino é a esfera propulsora do *movimento dos auges e estrêlas fixas* que faz avançar lentamente de occidente para oriente a esfera das estrêlas fixas e os céus deferentes dos auges dos planetas. Executa uma revolução completa em 49:000 anos, avançando portanto em 200 anos 1 grau e 28 minutos aproximadamente, o que, sendo menos que grau e meio, o poeta arredonda num grau, como já vimos.

Sendo a esfera do sol levada tambêm neste movimento, com êle vão os dois céus deferentes do auge do sol (pág. 12), mas, deslisando entre estes dois como entre dois muros, avança o deferente do sol no

mesmo sentido 59' e quási 8'' em cada dia. É êste o curso *próprio* do sol cuja revolução completa se faz em 365 dias e um quarto aproximadamente. O seu movimento diurno é curso *alheio*, como se diz no quarto verso da estância, proveniente do primeiro móbil.

A distinção do movimento dos orbes celestes em *proprio* e *alheio* encontra-se nos livros de ensino do tempo. Assim na obra *Quaestiones nouae in libellum de Sphaera Joannis de Sacro Bosco, in gratiã studiosae iuventutis collectae ab Ariele Bicardo, Parisiis*, 1552, encontra-se, a fl. 14, a pregunta: — «Quomodo mouentur sphaerae caelestes?» — com a resposta: — «Mouentur duplici motu, uidelicet *motu proprio*, seu per se, & *motu alieno*, seu per accidens» [1].

O movimento dos auges e estrêlas fixas é actualmente atribuído à Terra, cujo eixo descreve em volta da linha dos polos da eclíptica o cone circular de precessão em 26:000 anos. É o movimento de precessão dos equinócios.

Na estância 87 é descrita a oitava esfera, o Firmamento, com o seu movimento próprio:

> Olha estoutro debaxo, que esmaltado
> De corpos lisos anda, & radiantes,
> Que tambem nelle tem curso ordenado,
> E nos seus axes correm scintillantes.

Já vimos que, no século XVI, era ainda doutrina corrente que o sol era a única fonte de luz celeste, a qual as estrêlas reflectiam como os planetas. As estrêlas eram condensações da matéria que constituia os céus. Eram pois as estrêlas fixas como nós do firmamento, esferas de quinta essência condensada, lisas como espelhos, radiantes como grandes globos de ouro, brilhando à luz do sol.

Na figura vê-se o firmamento *esmaltado* de pontos radiantes representando as estrêlas fixas. Estas estrêlas teem os dois movimentos alheios que ficaram já descritos, provenientes do primeiro e do segundo móbil. Mas teem também o curso ordenado do firmamento, que é o movimento regular de *trepidação* ou de acesso e recesso, sete vezes mais rápido que o movimento do Cristalino, completando-se em 7:000 anos. Por isso correm scintillantes em *seus axes*, que são os eixos próprios da oitava esfera. Com o plural *axes* designa o poeta os extremos do eixo, isto é, os polos do movimento de trepi-

[1] E mais abaixo lê-se: — Primum mobile circumuoluitur spatio 24 horarum ut supra dictũ est. Reliquae sphaerae, quò sunt propiores primo mobili, eò uelocius mouentur motu *alieno seu diurno*, tardius uerò *propriis* motibus contra primi mobilis motum: etc.». Vimos um exemplar desta obra na Biblioteca da Academia das Sciências de Lisboa.

dação, que são os equinócios médios, princípios de Áries e Libra da nona esfera, em volta dos quais, como já vimos, os equinócios verdadeiros descrevem pequenos círculos com um raio de 4°18′43″.

A hipótese do movimento de trepidação acaba por ser abandonada; mas renasce, embora em proporções muito reduzidas, no século XVIII com o movimento de nutação.

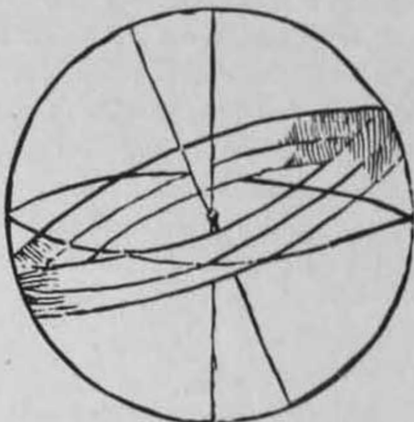
Na segunda parte da estância 87 faz o poeta a descrição do zodíaco, admirável de beleza e concisão:

> Bem ves como se veste & faz ornado
> Co largo cinto douro, que estrellantes
> Animais doze traz afigurados,
> Aposentos de Phebo limitados.

Como comentário a estes versos, leia-se o *Reportorio dos tempos* de André do Avelar, Lisboa, 1585:

Do Zodiaco. Titulo 29.

«Os Phylosophos antiguos cõsiderarã no ceo hum circulo maior, que tẽ de largo 12. graos [1], por meo do qual, passa hũa linha, q̃ o diuide em cõprido, e deixa a cada parte seis graos: ao circulo [2] chamarão Zodiaco, e a linha dixerão linha ecliptica .... Diuidese este circulo em 12. partes iguaes, a q̃ chamão signos, & cada hum delles toma o nome da figura do animal, de q̃ está cõposto, como as estrelas do 8. ceo, ou firmamento, o *pintão* & *semelhão*, e porque Zodion em Grego tãto quer dizer como animal, por isso se chamou o circulo Zodiaco,



como se dixeramos circulo de animaes: cada signo destes, se diuide em 30. partes, a que chamão graos, e multiplicando 12. por 30. resultão 360. que sam os em que se diuide todo o ceo, e qualquer circulo».

O largo cinto de ouro, com que o firmamento se veste e faz ornado, é o zodíaco, que o cinge com a profusa pregaria de ouro das

---

1 Quer dizer, uma zona esférica de 12 graus de largo.

2 Quer dizer, zona.

constelações zodiacais. Os doze animais estrelantes *afigurados* são as doze constelações do zodiaco, cujas estrêlas, pela sua disposição, *pintam e semelham* a figura de animais. Os aposentos de Phebo limitados são os doze signos, da extensão de 30 graus cada um, em que se divide o zodíaco, e a que se deram os mesmos nomes das constelações, os quais o sol vai sucessivamente percorrendo no seu movimento anual ao longo da eclíptica, demorando-se em cada um deles um espaço de tempo de cêrca dum mês. No capitulo seguinte trataremos mais especialmente do zodiaco.

A estância 88 termina a descrição do firmamento com a formosíssima enumeração das constelações extra-zodiacais:

Olha por outras partes a pintura,
Que as estrellas fulgentes vão fazendo.
Olha a carreta, atenta a Cinosura,
Andromeda, & seu pay & o drago horrēdo:
Vê de Cassiopea a fermosura,
E do Orionte o gesto turbulento,
Olha o Cisne morrendo que sospira,
A Lebre, os Cães, a Nao, & a doce Lira.

O poeta comóve-se evocando as lendas poéticas que deram nome às constelações, desde a *Carreta* (Ursa maior) e a *Cinosura* (Ursa menor) até à doce *Lira* de Orfeo. O que êle não podia prever era que, volvidos dois séculos, novas constelações viriam intrometer-se naquelas, às quais M. de la Caille, havia de dar, com secura scientífica, os nomes de: *Machina pneumatica, Forno chimico, Esquadro e Regoa, Reticulo romboidal*...

Na admirável estância 89 introduz o poeta as sete esferas planetárias pela sua ordem, desde a de Saturno até à da Lua:

Debaxo deste grande firmamento,
Ves o ceo de Saturno Deos antigo,
Jupiter logo faz o mouimento,
E Marte abaxo bellico inimigo,
O claro olho do ceo no quarto assento,
E Venus, que os amores traz consigo,
Mercurio de eloquencia soberana,
Com tres rostos abaixo vay Diana.

Compare-se com I, 21:

Deixam dos sete Ceos o regimento.

A esfera do sol fica no meio. Por cima as esferas de Marte, Júpiter e Saturno, por isso chamados planetas superiores; por baixo as esferas de Vénus, de Mercúrio e da Lua, que são os planetas inferio-

res. Os três rostos de Diana, são aqui os três rostos da lua, correspondentes às três fases: a lua cheia e os quartos, crescente e minguante; na lua nova não há rosto porque a lua *se esconde*. Compare-se com III, 59:

> Cinco vezes a Lũa se *escondèra*,
> E outras tantas mostràra cheio o *rosto*,

e com V, 24:

> Mas ja o Planeta que no ceo primeiro
> Habita, cinco vezes apressada,
> Agora meyo *rosto*, agora inteiro
> Mostrára, em quãto o mar cortaua a armada.

No *Repertorio dos tempos* de Avelar, 1585, lê-se a fl. 54 v., tít. 46 — Do rosto, forma, & claridade da Lua —:

«O trãsparẽte, & espesso da lua procede de não ser seu corpo igualmente denso nem raro, se não em partes mais moციço q̃ noutras por onde os raios do sol sam desigualmente nella emcorporados, & daqui nasce aquella figura, que vulgarmente se chama *rosto*».

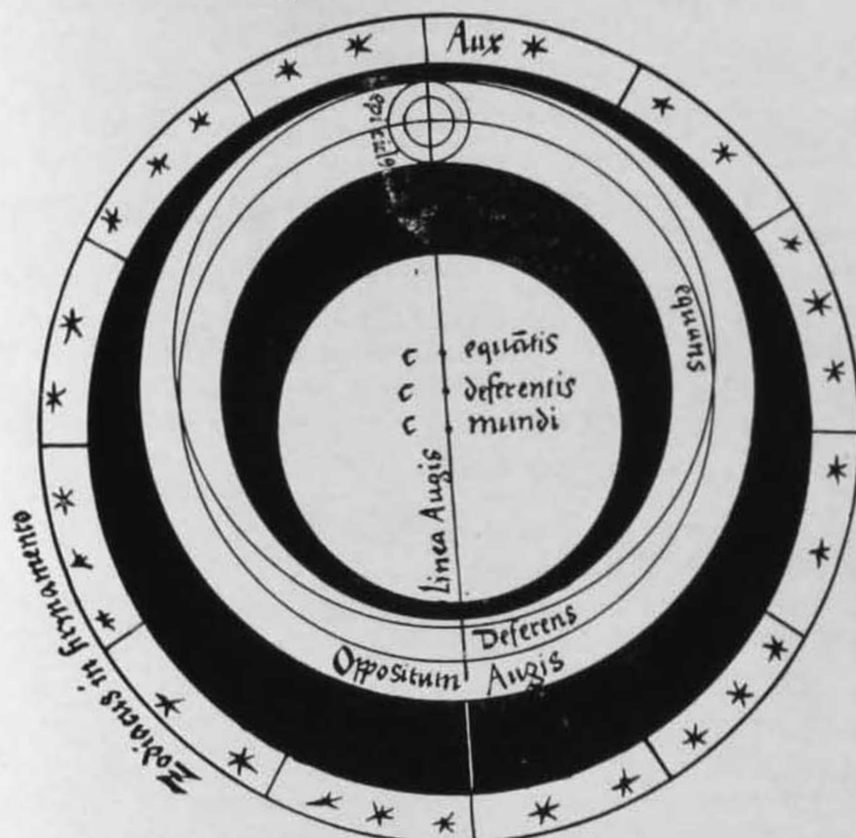
4. Com a estância que acabamos de lêr fica completa a enumeração das onze esferas da região celestial, como estão representadas na figura, atrás reproduzida, da máquina do mundo: o empíreo, o primeiro móbil, o cristalino, o firmamento e as sete esferas planetárias. Estas onze esferas são concêntricas com a Terra. Resta agora analisar em particular as esferas planetárias, compostas de vários orbes. Já vimos a composição da esfera do sol, a mais simples de todas. Na figura junta, extraída da *Margarita Philosophica*, vê-se como é constituída a esfera de Saturno, compreendida entre dois círculos concêntricos, o exterior, que fica logo por baixo do firmamento, e o interior, que devemos imaginar assente sôbre a esfera de Júpiter. Empregando a linguagem usada para o Sol, diremos que a sétima esfera se compõe de três céus: os dois céus deferentes do auge de Saturno, aguarelados a preto na figura; e, entre os dois, o céu deferente de Saturno ou, mais pròpriamente, o céu deferente do epiciclo de Saturno, cujo centro *(c. deferentis)* não coincide com o centro do mundo *(c. mundi)*. Os céus deferentes do auge de Saturno são levados no triplo movimento da oitava esfera. O deferente do epiciclo de Saturno deslisa entre estes, segundo a successão dos signos, como entre dois muros, dando uma volta completa em 30 anos. Êste deferente é excêntrico; o ponto mais afastado da Terra é o seu Auge *(Aux)* ou

apogeu, o ponto mais aproximado da Terra é o seu perigeu (*Oppositum Augis*). Na parte superior da figura vê-se o epiciclo ocupando toda a espessura do excêntrico. O corpo do planeta, engastado na circunferência do epiciclo, move-se com êste em tôrno do seu centro, fazendo-se esta rotação no período dum ano. O centro do epiciclo move-se sôbre o deferente excêntrico, dando uma volta em 30 anos. Enquanto se executa uma revolução do excêntrico, dá o epiciclo trinta voltas, explicando-se assim o movimento, ora directo ora retrógrado, de Saturno ao longo do zodíaco.

O centro do epiciclo não se move, porêm, uniformemente sôbre o excêntrico. Ptolomeu considera um círculo a que chamou *equante*, cujo centro (*c. equātis*) está a uma distância do centro do deferente igual à distância dêste ao centro do mundo. É relativamente a êste centro que o movimento do centro do epiciclo é uniforme. O centro do epiciclo de Saturno move-se pois sôbre um círculo que é o deferente, mas o seu movimento não é uniforme sôbre êste círculo; o centro do deferente é apenas o centro de equidistância. O centro de uniformidade do movimento é o centro do equante; o raio do equante tirado para o centro do epiciclo descreve ângulos iguais em tempos iguais, perto de 2 minutos por dia em Saturno. Copérnico pôs de parte os *equantes* observando que, com êles, Ptolomeu se desviava do princípio do movimento circular e uniforme, pois que o movimento era, assim, *circular* relativamente a um centro e *uniforme* relativamente a outro, quando devia ter estas duas propriedades em relação a um mesmo centro.

As teorias de Júpiter e Marte são análogas às de Saturno, sendo o período do movimento do excêntrico de 12 anos em Júpiter e 2 anos em Marte. O período do movimento do epiciclo é, em ambos, de 1 ano sideral, como em Saturno, conservando-se o raio tirado do centro do epiciclo para o planeta sempre paralelo ao raio do excêntrico do Sol dirigido para a posição do Sol no mesmo instante. Nos planetas inferiores, Vénus e Mercúrio, é o raio do excêntrico tirado para o centro do epiciclo que se conserva sempre paralelo a esta direcção, sendo por isso de 1 ano, como no Sol, o período do movimento do excêntrico nestes dois planetas. A revolução do epiciclo faz-se em 19 meses solares em Vénus, e em 4 meses solares em Mercúrio, aproximadamente. O excêntrico da Lua faz a sua revolução em 27 dias e 8 horas. Na teoria da Lua considera-se, além dos dois céus deferentes do auge da Lua e do excêntrico deferente do epiciclo, um quarto céu, por fóra dêstes, chamado deferente da cabeça do Drago. Êste quarto céu causa a retrogradação da linha dos nodos, à razão de cêrca de 3 minutos por dia.

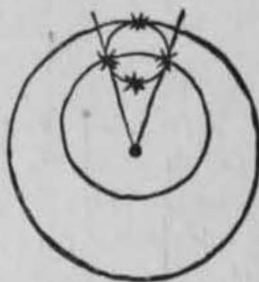
LIBRI VII. TRACT I.



A setima esfera,
gravura explicativa da esfera de Saturno,
extraida da *Margarita Philosophica*, Lib. VII, Tract. I, Cap. XXVIII
(nas dimensões do original)

No Capítulo iiij — Dos circulos & mouimentos dos Planetas — do *Tratado da Sphera,* depois duma breve descrição dos movimentos do sol, lê-se o seguinte:

«Cada hum dos planetas afora ho sol tem tres circulos .s. equante ou igualador: deferente & epiciclo. Equante na lũa he hum circulo concentrico com a terra: & he na superficie da ecliptica: ho seu deferente he hum circulo ecentrico & nam jaz na superficie da ecliptica: mas hũa metade delle declina pera o norte: & a outra pera o sul: ho deferente & ho equante encontranse em dous lugares & a figura que se faz per este encontro: chamasse Drago: porque he larga no meo & estreita no fim. aquelle encontro no qual estando a lua se moue pera o norte chamasse Cabeça do drago[1]. O outro encõtro do qual dece pera o sul se chama ho Cabo do drago[2]. Os deferentes & equantes de qualquer planeta sam iguaes. E auemos de saber que assi ho deferente como ho equante de Saturno Jupiter: Mars. Venus & Mercurio sam ecẽtricos & fora da superficie da ecliptica: mas ambos estam em hũa mesma superficie. E todo planeta tirando ho sol tem epiciclo. He epiciclo hum pequeno circulo pella circunferẽcia do qual he leuado ho corpo do planeta & o centro do epiciclo sempre esta na superficie do deferente. E portanto se se tirarem duas linhas dereitas do centro da terra: de sorte que recolham antre ellas ho epiciclo de qualquer planeta a hũa pella banda de oriente: & a outra pella banda de ocidente: o ponto da banda de oriẽte em que a linha toca ho epiciclo: chamase primeira estação: & ho outro ponto da banda de ocidente chamase estação segunda. E quãdo ho planeta esteuer em qualquer destas estações diremos que esta estacionario. O arco de cima do epiciclo antre as duas estações: chamase direyção: & quando ho planeta nelle estiuer diremos que esta dereito: & ho arco debaixo do epiciclo antre as duas estações chamase retrogradação: & estando nelle ho planeta dizemos que esta retrogrado. A lũa não tem estação direyção nem retrogradação: & portanto nunca dizemos q̃ a lua esta estacionaria dereita nẽ retrogada: a causa he ho seu mouimẽto no epiciclo ser muy ligeyro».



---

[1] Nodo ascendente ☊.
[2] Nodo descendente ☋.

Os epiciclos são de pequenas dimensões relativamente aos deferentes excêntricos. Estes são os orgãos principais dos movimentos dos planetas, como se vê na figura da esfera de Saturno; os epiciclos são as peças menores do maquinismo. Na descrição dos movimentos planetários CAMÕES refere-se apenas aos excêntricos, não pensando em descrever os tão diversos movimentos dos epiciclos.

Já na estância 89 Tétis, passando em revista as sete esferas planetárias, chama a atenção para os excêntricos deferentes dos planetas. Assim, quando diz «Jupiter logo faz o movimento», é claro que aponta em especial, na esfera dêste planeta, o céu excêntrico deferente do epiciclo de Júpiter, no qual se efectua o movimento próprio de Júpiter; os céus deferentes do auge de Júpiter são levados no triplo movimento da oitava esfera, já descrito antes.

E que especialmente se consideram os céus excêntricos torna-se claro na estância 90:

> Em todos estes orbes, differente
> Curso veras, nũs graue, & noutros leue:
> Ora fogem do centro longamente,
> Ora da terra estam caminho breue.

Estes orbes são os excêntricos deferentes dos planetas, mais afastados do centro da Terra no auge, ou apogeu, e mais perto dele no perigeu. Teem curso mais grave o deferente de Saturno em 30 anos e o de Júpiter em 12; o de Marte faz seu curso em 2 anos e os do Sol, Vénus e Mercúrio em 1 ano; o curso mais leve é o da Lua em 27 dias e 8 horas.

Pondo de parte os epiciclos, peças menores com tão variados movimentos, o poeta reduz as esferas planetárias à simplicidade da do Sol; e assim pode manter aquela linha de sobriedade com que vem sendo feita esta admirável descrição da máquina do mundo.

5. Na segunda parte da estância descreve-se a região elemental:

> Bem como quis o padre omnipotente
> Que o fogo fez, & o ar, o vento & neue,
> Os quaes veras que jazem mais a dentro,
> E tem co mar a terra por seu centro.

Os quatro elementos estão dispostos como se vê na figura junta, extraída da *Chronographia* de Jerónimo Chaves. Por fóra, e logo abaixo do céu da lua, o *fogo* puro; por baixo dêste o *ar*, dividido em três regiões — suprema, média e ínfima; e no centro, os dois elementos, *terra* e *água*, formando o glôbo terráqueo.

Transcrevemos a descrição das três regiões do ar, como é feita no *Repertorio* de Avelar, edição de 1594 (fl. 52, v.):

«Diuidem os philosophos esta Sphaera do ar em tres partes, ou regiões por tres propriedades muy notaueis, que nella se vem que são parte superior, inferior & meya, a parte, ou região superior pella vizinhança, que tem com o fogo, & pellas exalações, q̃ ate ella chegão, quando sobem da terra, he quente, & secca, ainda que não tãto como o fogo, nesta se fazem as estrellas, que vemos correr de noite de hũa parte a outra, & algũs cometas, & outros Meteoros. Na 2. que he fria, & seca pella distancia, que tem do fogo, & não parar nella as exalações, nem chegar lá a reflexão dos rayos do Sol se gera a neue, pedra, nuuens, chuuas, trouões, rayos, & relampagos. Na terceira, & mais baxa de todas, que recebe mayores alterações viuem os homẽs, animaes, plantas, & hũas vezes está quente, & humida, outras fria, & seca, outras fria, & humida, outras quente, & seca, as quaes variações lhe vem não somente dos vapores, que de ca de baxo se leuantão, senão tambem da maneira com que tocão a terra os rayos do Sol, & mais planetas, os quaes donde caem perpendiculares, fazem maior impressão de quentura, que donde caem obliquos, & desguelha».



Adiante encontra-se esta explicação da região do fogo (fl. 61, r):

«Pois porque os que carecẽ de principios de phylosophia possão melhor entender esta região do fogo, dizemos ser semelhante â quentura de hum forno, tirando-lhe todo o lume que tinha dẽtro em maneira, que se não visse nelle lume algum, ou cousa que desse luz, mas com tudo se lhe aplicassem algũa cousa combustiuel, logo se inflamaria, pella mesma maneira he a região do fogo, que nem he lucida, nem tem brasa, nem chama, *nem materia, que arda,* senão está

como hũa grande pureza, & subtilidade de ar, â qual se se aplicasse algũa materia terrestre, ou exhalação, logo será acesa, & inflamada, posto caso, que algũs neste passo fantasiã, & querem chimerizar sua philosophia, como a elles lhe apraz».

Camões já tinha descrito a região elemental, esculpida nas portas do palácio de Neptuno, em VI, 10, 11 e 12:

Vem se os quatro elementos trasladados,
Em diuersos officios occupados.

Ali sublime o *Fogo* estaua encima,
Que em nenhũa materia se sustinha,
D'aqui as cousas uiuas sempre anima,
Despois que Promoteo furtado o tinha:
Logo apos elle leue se sublima
O inuisibil *ar*, que mais asinha
Tomou lugar, & nem por quente, ou frio,
Algum deixa no mundo estar vazio.

Estaua a *terra* em montes reuestida
De verdes eruas & aruores floridas,
Dando pasto diuerso & dando uida
Aas alimarias nella produzidas:
A clara forma ali estaua esculpida
Das *agoas* entre a terra desparzidas,
De pescados criando varios modos,
Com seu humor mantendo os corpos todos.

As transcrições que deixamos feitas dispensam maior comentário.
Os dois elementos, terra e água, constitutivos do globo terráqueo, estão personificados em Ceres e Neptuno, na estância VIII, 32:

Ditosa patria que tal filho teue.
Mas antes pai, que em quanto o Sol rodea
Este globo de *Ceres* & *Neptuno*,
Sempre suspirarà por tal aluno.

6. Tendo começado no Empíreo, «onde logrando puras almas estão de aquelle Bem tamanho», vem findar a descrição da grande máquina do mundo no glôbo terráqueo, colocado no centro,

Neste centro, pousada dos humanos,
Que nam somente ousados se contentam
De soffrerem da terra firme os danos
Mas inda o mar instabil esprimentam.

Colocada entre os dois elementos, no extremo da terra firme fica a pátria portuguesa, a praia ocidental, sofrendo a fascinação do mar instábil:

> Eis aqui, quasi cume da cabeça,
> De Europa toda, o Reino Lusitano,
> Onde a *Terra* se acaba, & o *Mar* começa,
> E onde Febo repousa no Occeano.
>
> *Os Lusíadas*, canto III, estância 20.

Quando o sol repousa no oceano, é sôbre o mar que os raios solares vão brilhar, entrando Portugal na sombra projectada pelo glôbo terráqueo; e como Portugal fica no extremo ocidental do continente, fica com ele a Europa inteira imersa na sombra da noite. Por isso o poeta com tanta propriedade outra vez define a nossa situação geográfica em VII, 60:

> Hum grande Rei, de la das partes, onde
> O ceo volubil com perpetua roda,
> Da *terra* a luz solar coa *terra* esconde,
> Tingindo a que deixou de escura noda,

usando o engenhoso trocadilho do terceiro verso, em que primeiro vem *terra* significando a terra firme, um dos quatro elementos, e a seguir a mesma palavra *terra* designando todo o glôbo terráqueo. Portugal fica lá nas partes onde o céu volúbil (primeiro móbil), com o seu rodar perpétuo, esconde da terra-firme a luz solar com a terra-glôbo, cuja sombra tinge de escura nódoa a *terra* que a luz do sol deixou; e *esta* é a terra-continente, porque o glôbo terráqueo nunca a luz solar deixa de iluminar, por um ou outro lado. Quando pois em Portugal anoitece, estende-se a noite por todo o continente, o que resulta da sua situação no extremo ocidente; a escura nódoa, que com o movimento diurno do sol se vem alastrando para ocidente sôbre a Europa, acaba por cobri-la inteiramente, quando chega à praia ocidental lusitana.

Veja-se no *Cancioneiro geral* de Garcia de Resende, fl. 96, edição princeps, 1516[1]:

> Eram da sombra da *terra*
> as nossas *terras* cubertas
> quando pareçem desertas
> as abitações sem guerra
> ao tempo que rrepousam
> os corações descanssados
> & os malfeytores ousam
> cometer mores pecados.
>
> (fyngymento damores feyto
> per Dyoguo brandam).

---

[1] Pág. 44, tom. III, da edição da Imprensa da Universidade de Coimbra.

O trocadilho de CAMÕES é mais engenhoso, marcando com precisão astronómica a situação geográfica de Portugal, que o poeta deixa definida logo no segundo verso do imortal poema, que celebra

As armas, & os barões assinalados,
Que da *Occidental praya* Lusitana,
Por mares, nunca de antes nauegados,
Passaram ainda alem da Taprobana.

VII

O zodíaco

1. *O dia.*—A sucessão do dia e da noite foi naturalmente o facto astronómico que primeiro impressionou o homem. Desponta o sol no horizonte do oriente:

Mas assy como a Aurora marchetada,
Os fermosos cabellos espalhou,
No Ceo sereno, abrindo a roxa entrada,
Ao claro Hiperionio que acordou,
Começa a embandeirar-se toda a armada,
E de toldos alegres se adornou (I, 59);

sobe até ao meridiano, para descer em seguida:

Vos poderoso Rei, cujo alto Imperio,
O Sol logo em nascendo, ve primeiro:
Ve o tambem no meyo do Hemispherio,
E quando dece o deixa derradeiro (I, 8);

e desaparece no horizonte do ocidente, deixando a Terra envolta nas sombras da noite:

Nisto Febo nas agoas encerrou,
Co carro de Christal, o claro dia:
Dando cargo aa Irmãa que alumiasse,
O largo Mundo, em quanto repousasse (I, 56).

E a contemplação do maravilhoso espectáculo, que oferece o céu estrelado em noites claras, mostrou que também as estrêlas se elevam sôbre o horizonte do lado oriental até à sua culminação no meridiano, para descerem em seguida do lado ocidental:

... & as estrellas nitidas que *saem*
A repouso conuidão, quando *caem* (IV, 67).

O céu vai volvendo sem descanso; desfazem-se por fim as trevas da noite, rompendo de novo a luz da madrugada:

Mas ja o Ceo inquieto reuoluendo,
As gentes incitaua a seu trabalho,
E ja a mãy de Menon a luz trazendo,
Ao sono longo punha certo atalho:
Hiãose as sombras lentas desfazendo,
Sobre as flores da terra, em frio orualho,
Quando o Rei Milindano se embarcaua
A ver a frota que no mar estaua (II, 92).

Da sucessão do dia e da noite resultou a primeira medida do tempo: — o dia solar. Cinco dias completos conta o poeta desde a partida da Angra de Santa Helena até à aparição do gigante Adamastor, personificação do Cabo Tormentório:

Porem ja cinco Soes erão passados
Que dali nos partiramos, cortando
Os mares nunca doutrem nauegados,
Prosperamente os ventos assoprando:
Quando hũa noite, estando descuidados
Na cortadora proa vigiando,
Hũa nuuem, que os ares escurece
Sobre nossas cabeças aparece (V, 37).

Esta noite é a de 21 para 22 de novembro de 1497. A armada do Gama deixou a Angra de Santa Helena na quinta feira 16 de novembro e dobrou o Cabo Tormentório no dia 22, quarta feira, como se lê no *Roteiro da viagem de Vasco da Gama em 1497*, 2.ª edição, correcta por Herculano e Castello de Paiva, Lisboa, 1861, pag. 7:

«E tanto que tevemos nosos navios aparelhados e linpos e lenha tomada nos partimos desta terra huuma quinta feira pella manham, que era XVI dias de novenbro, nom sabendo nós quanto eramos do cabo de Boa Esperança, salvo Pero d'Alanquer dizia que ao mais que podiamos ser seriam trinta legoas a rree do cabo, e o porque se elle nam afirmava era porque partira huum dia pella manham do cabo, e que de noute pasara per ally com vento á popa, e isso mesmo á yda foram de larguo, e por estes respeitos nom eram em conhecimento domde eramos. Pollo qual fomos em a volta do mar com sull susueste, e ao sabado á tarde ouvemos vista do dito cabo da Boa Esperança, e em este dia mesmo virámos em a volta do mar, e de noute viramos em a volta da terra. E ao domingo pella manham, que foram dezanove dias do mês de novembro, fomos outra vez com o cabo, e nam o podémos dobrar porque o vento era susueste e o dito

cabo jaz nordeste sudueste, e em este dia mesmo virámos em a volta do mar, e á noute da segunda feira viemos em a volta da terra. E á quarta feira ao mêo dia pasámos pello dito cabo ao longo da costa com vento á popa».

A esta passagem faz Herculano (pág. 139) o comentário seguinte:

«Pelo computo deste Roteiro o cabo de Boa Esperança foi passado pela armada a 22 de novembro de 1497; pelo que se ha de emendar o que dizem Castanheda, Barros e Goes, que o fazem passado a 20. Quanto ao dia da semana concorda Castanheda com o nosso auctor, dizendo que fora a uma *quarta feira;* mas a penultima quarta feira de novembro de 1497 caíu a 22 do mez».

Relativamente à partida da Angra de Santa Helena, tanto Castanheda (*Historia do descobrimento da India,* liv. I, cap. III) como Damião de Goes (*Chronica de D. Manuel,* 1.ª parte, cap. XXXV) a fazem a 16 de novembro.

A narração do poeta concorda com o *Roteiro.* Tendo partido de Santa Helena[1] em 16 de novembro, eram decorridos cinco dias completos quando na noite de 21 para 22 se mostrou a figura colossal do Adamastor. O Cabo começou a vêr-se em seguida, segundo o poeta, quando rompeu a madrugada do dia 22:

> Ia Phlegon, & Pyrois vinham tirando
> Cos outros dous o carro radiante,
> Quando a terra alta se nos foy mostrando
> Em que foy conuertido o gram gigante (V, 61).

O dia solar é definido pelo poeta em II, 68, quando conta a viagem de Mombaça para Melinde:

> Tinha hũa volta dado o Sol ardente,
> E noutra começaua, quando viram
> Ao longe dous nauios, brandamente
> Cos ventos nauegando, que respiram.

No *Roteiro da viagem de Vasco da Gama em 1497* lê-se, a pág. 41:

«Estevemos ainda a quarta e quinta feira depois de termos conhecida a malicia e treyçam que estes perros quizeram pôr em obra comtra nós. E partimos pella manham d'aly com pouco vento, e viemos

[1] É preciso não confundir com a Ilha de Santa Helena no Oceano Atlântico a Angra de Santa Helena, situada na costa ocidental do continente de África.

pousar de Mombaça obra de oyto legoas junto com a terra. E *em amanhecendo* vimos dous barcos a julavemto de nós em mar obra de tres legoas, pollo qual loguo arribámos contra elles pera os avermos de tomar, porque desejavamos de aver pillotos que nos levasem onde nós desejavamos. E quando vêo a oras de vespora fomos com huum dos ditos barcos e tomámollo, e outro se nos acolheo a terra, e naquelle que tomámos achámos dezasete homes e ouro e prata e muito milho e mantimento e huma moça, molher de huum homem velho, mouro honrrado que hii vinha. E tanto que nós chegámos junto com elles todos se lançaram ao mar, e nós hos andámos tomando com os batés».

O episódio que o poeta começa a contar na estância 68 teve logar ao amanhecer do dia 14 de abril de 1498, sábado de Aleluia. A armada surgiu a meia légua da vila de Melinde no dia seguinte, domingo de Páscoa, como se lê na estância 72, de que adiante tratamos.

2. *O mês.* — A observação do céu estrelado cedo levou à noção da invariabilidade das figuras formadas pelas estrêlas brilhantes. Foram-se distinguindo as constelações. Maravilhados contemplavam os homens o grande astro da noite que, errando através das constelações zodiacais, ora se via logo após o sol poente reduzido a um delgado arco prateado, ora como um disco circular surgindo no oriente quando o sol desaparecia no ocaso. A lua é pois um astro errante, um planeta; e a observação das suas fases levou à adopção de uma medida maior do tempo, o mês lunar ou *lunação*, base dos calendários lunares, como ainda hoje é o calendário mahometano. Quando o sol e a lua teem a mesma longitude diz-se que estão em *conjunção*; é o momento da *lua nova*. Quando as suas longitudes diferem de 180°, diz-se que estão em *oposição*; é o momento da *lua cheia*. A conjunção e a oposição são as *sizigias*. Diz-se que o sol e a lua estão em *quadratura* quando as suas longitudes diferem de 90°. Durante uma *lunação* há duas quadraturas separadas pelas sizígias: o quarto crescente, entre a conjunção e a oposição, e o quarto minguante, entre o plenilúnio e o novilúnio. A duração duma lunação é de 29 dias, 12 horas e 44 minutos.

Em lunações exprime CAMÕES a duração do cêrco de Lisboa na estância III, 59:

> Cinco vezes a Lũa se escondèra,
> E outras tantas mostràra cheio o rosto,
> Quando a Cidade entrada se rendéra,
> Ao duro cerco que lhe estaua posto.

Foy a batalha tam sanguina & fera,
Quanto obrigaua o firme prosuposto:
De vencedores asperos, & ousados,
E de vencidos, ja desesperados.

Na *Chronica delrey D. Affonso Henriques,* por Duarte Galvão, lê-se no cap. xxx da edição de Lisboa, 1726:

«Durou ho cerquo perto de *sinquo mezes,* ......

Quando veyo em dia dos Martires S. Chrispino, e Chrispiniano, que hee ahos vinte e sinquo dias do mez de Outubro, andãdo ha era do Senhor em mil cento quorenta e sette annos, foy a Cidade muy rijamente, e com grande determinação combatida, ...

Entrou-se principalmente por ha porta que ora chamão de Alfama, e de hy pelas outras portas, e depois de entrada foy dentro ha peleyja muito mais fera, quejanda soe antre *hirados vencedores, e vencidos, desesperados,* peleyjando jáa hos Mouros com estremada desesperação ......, por tanto foy tam grande ha mortindade delles, e sobejo ho conto dos que foram mortos, e trazidos ha ferro, que he escuzado cuydar quam pouquos ficárão».

Esta passagem inspirou evidentemente a estância de que nos ocupamos. Note-se que o poeta não diz que se completaram cinco meses lunares. Para se observarem cinco luas novas e cinco luas cheias basta que decorram quatro lunações e meia. O cômputo do poeta, de cinco lunações incompletas, concorda pois com a duração de *perto de cinco* meses, marcada pelo cronista. Aqui o poeta empregou os meses lunares, não porque elle fosse investigar as luas do anno de 1147, mas porque estes meses, contados pelo fenómeno bem visível das fases da lua, se prestam melhor às descrições.

Outro é porêm o caso quando CAMÕES, em V, 24, conta o tempo decorrido desde a saída da armada, de Lisboa, até que, pela primeira vez, foi avistada terra do continente africano na angra a que poseram o nome de Santa Helena. Como vamos ver, o poeta exprime-se com admirável precisão, mostrando ter exacto conhecimento das luas do ano de 1497.

A armada partiu de Lisboa em 8 de julho de 1497. O *Roteiro da viagem de Vasco da Gama em 1497,* a que atrás nos referimos, diz, na pág. 1:

«Partimos de Restello huum sabado, que eram oyto dias do mês de julho da dita era de 1497, noso caminho, que Deus noso senhor leixe acabar em seu serviço, Amem».

Castanheda, Barros, Goes, Faria e Sousa unânimemente assinam o mesmo dia da partida [1]. A esta data se refere o poeta na estância V, 2, de que adiante trataremos.

Quanto à chegada à Angra de Santa Helena, lê-se no *Roteiro*, pág. 3:

«Huuma quarta feira primeiro dia do mês de novembro, que foy dia de Todos os Santos, achámos muitos signaees de terra, os quaees eram huuns golfãoos que naçem ao lomgo da costa.

Aos *quatro* dias do dito mês, sabado ante manhan duas oras, achámos fundo de cemto e dez braças ao mais, e ás *nove oras do dia ouvemos vista de terra*, e emtam nos ajuntámos todos e salvámos o capitam moor com muitas bandeiras e estemdartes e bombardas e todos vistidos de festa, e em este mesmo dia virámos bem junto com terra na volta do mar, porém nom ouvemos conhecimento da terra.

Á terça feira viemos na volta da terra e ouvemos vista d'huuma terra baixa e que tinha huuma grande baýa. O capitam moor mandou Pero d'Alanquer no batell a ssumdar se achava bom pouso, pello qual a achou muito boa e limpa e abrigada de todollos vemtos, soomente de noroeste e ella jaz leste e oeste, aa quall poseram nome Santa Ellena.

Á quarta feira lançámos amquora na dita baýa, onde estivemos oyto dias alimpando os navios e corregendo as vellas e tomando lenha».

A narração de Castanheda (*Historia do descobrimento da India*, liv. I, cap. II) concorda com esta do *Roteiro*. Damião de Goes (*Chronica de D. Manuel*, part. I, cap. XXXV) também diz que foi em 4 de novembro que avistaram terra. Ouçamos agora o poeta:

Mas ja o Planeta que no ceo primeiro
Habita, cinco vezes apressada,
Agora meyo rosto, agora inteiro
Mostrára, em quãto o mar cortaua a armada,
Quando da Eterea gauea hum marinheiro
Prompto coa vista, terra, terra, brada
Salta no bordo aluoroçada a gente
Cos olhos no Orizonte do Oriente (V, 24).

Esta estância é geralmente interpretada, entendendo-se que o poeta diz que tinham decorrido cinco lunações, *emquanto o mar cortava a armada*. ¿Mas como colocar cinco meses lunares desde 8 de julho até 4 de novembro?

---

[1] Castanheda, liv. I, cap. 2; Barros, dec. I, liv. 4, cap. 2; Goes, *Chronica de D. Manuel*, part. I, cap. 35; Faria e Sousa, *Asia*, tom. I, part. I, cap. 4. Veja-se a nota de Herculano a esta passagem do *Roteiro*, pág. 133.

É certo que João de Barros diz (*Asia*, dec. I, liv. IV, cap. II):

«E a primeira térra q̃ tomou ante de chegar ao cábo de bóa Esperança, foy a baya a que óra chamã de Sãcta Helena, auẽdo *cinquo meses* q̃ era partido de Lyxbóa: onde sayo em terra por fazer aguáda & assy tomar a altura do sol».

Mas João de Barros não se refere a meses lunares. Tendo a armada navegado nos meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro, conta estes cinco meses, embora incompletos.

O poeta, porêm, mede o intervalo de tempo decorrido desde Lisboa a Santa Helena, contando as fases da lua, *emquanto o mar cortava a armada*. Ora CAMÕES tinha um conhecimento muito preciso, quer da viagem do Gama, quer da astronomia, para não cometer o êrro de contar cinco meses lunares desde 8 de julho a 4 de novembro. Note-se que o poeta se exprime dum modo diferente nas estâncias III, 59, e V, 24. Enquanto no cêrco de Lisboa diz que a lua cinco veses se *escondera* e outras tantas mostrara *cheio* o rosto, agora diz que a lua mostrara cinco vezes agora *meio* rosto, agora rosto *inteiro*. Durante o cêrco dos «muros Ulysseos» houvera cinco luas novas e cinco luas cheias; durante a viagem do Gama houvera cinco quartos (meio rosto) e cinco luas cheias. ¿Quartos crescentes ou minguantes? Pela ordem em que o poeta conta as fases, — agora meio rosto, agora inteiro, — é claro que se trata de quartos crescentes. O poeta afirma pois que, desde a partida de Lisboa até à chegada a Santa Helena, cinco vezes a lua passou de quarto crescente a lua cheia. Ora foi precisamente isto o que sucedeu, como vamos verificar.

O *Almanach perpetuum* de Abraham Zacuto, astrónomo de D. João II e D. Manuel, foi originalmente escrito em hebreu de 1473 a 1478, quando o autor era ainda professor na Universidade de Salamanca. A tradução latina foi feita por José Vizinho, membro da Junta dos Matemáticos, e publicada pela primeira vez em Leiria, em 1496 [1]. Existe um exemplar desta edição na Biblioteca Nacional de Lisboa, do qual reproduzimos a página, que junto damos. Na Biblioteca da Universidade de Coimbra existe a edição de Veneza de 1502.

No *Almanach perpetuum* de Zacuto encontram-se 31 tábuas de

[1] Na última folha desta edição lê-se: «Expliciunt tabule tabularum astronomice Raby abraham Zacuti astronomi serenissimi Regis emanuel Rex portugalie et cet cũ canonibus traductis a linga ebrayca in latinũ per magistrum Joseph vizinum discipulum eius actoris opera et arte viri solertis magistri ortas curaque sua nõ mediocri imprẽsione cõplete existunt felicibus astris año a prima rerum etherearum circuitione 1496 sole existente in 15 g 53 m 35 s piscium sub celo leyree».

Tabla coniuntionum et oppositionum

19	1496					20	1497				
1527|3|	1558|5|	1589|7|	1620|9|			1528|2|	1559|5|	1500|7|	1621|9|		
menses	di	feri	h	m	m	menses	di	feri	h	m	m
mārtiꝰ	14	2	13	48	25	mārtiꝰ	3	6	17	30	18
mārtiꝰ	28	2	12	34	28	mārtiꝰ	18	7	0	56	31
aprilis	13	4	2	0	32	aprilis	2	1	9	40	25
aprilis	27	4	1	26	28	aprilis	16	1	10	37	33
maiꝰ	12	5	11	26	37	maiꝰ	1	2	23	4	32
maiꝰ	26	5	15	3	29	maiꝰ	15	2	21	0	33
iuniꝰ	10	6	18	53	40	maiꝰ	31	4	9	42	36
iuniꝰ	25	7	5	23	27	iuniꝰ	14	4	8	32	31
iuliꝰ	10	1	1	28	39	iuniꝰ	29	5	18	22	38
iuliꝰ	24	1	20	21	25	iuliꝰ	13	5	21	40	27
augꝰ	8	2	8	32	36	Iuliꝰ	29	7	1	56	37
augꝰ	23	2	11	50	22	augꝰ	12	7	12	33	22
septē	6	3	16	56	30	augꝰ	27	1	9	29	34
septē	22	5	3	5	21	septē	11	2	4	58	18
octob	6	5	3	38	24	septē	25	2	17	44	30
octob	21	6	17	41	21	octob	10	3	22	14	16
novēb	4	6	17	5	18	octob	25	4	3	51	25
novēb	20	1	6	54	23	novēb	9	5	15	9	17
decēb	4	1	9	24	13	novēb	23	5	16	2	21
decēb	19	2	18	53	25	decēb	9	7	6	45	19
ianua	3	3	3	49	11	decēb	23	7	6	38	16
ianuā	19	4	5	34	27	ianuā	7	1	20	20	23
febrūa	1	4	23	6	13	ianuā	21	1	22	47	14
februā	16	5	15	21	29	februar	6	3	7	43	27
						februar	20	3	17	23	15

Página do *Almanach perpetuum* de Abraham Zacuto, edição de Leiria, 1496, com a tábua das conjunções e oposições da Lua nos anos de 1496 e 1497. Reprodução fotográfica do exemplar existente na Biblioteca Nacional de Lisboa, nas dimensões do original.

conjunções e oposições do sol e da lua, que vão desde o anno de 1478 ao de 1508, com os dados necessários para o cálculo das conjunções e oposições em anos posteriores. A página, que reproduzimos, contêm as tábuas 19 e 20, relativas aos anos de 1496 e 1497. Como se vê, cada tabela tem cinco colunas verticais. Na primeira, intitulada — menses —, estão indicados os meses do ano, começando em março e terminando em fevereiro. Na segunda intitulada — *dies* — estão marcados os dias dos meses em que teem lugar as conjunções e oposições, isto é, as luas novas e as luas cheias, sendo os dias contados, segundo o uso astronómico, de meio dia a meio dia. Na terceira coluna indicam-se os dias da semana (*feriae*) pelos números desde 1 a 7, de domingo ao sábado. Na quarta coluna lêem-se as horas e minutos, sendo as horas contadas de 0 a 24, desde o meio-dia. A última coluna, de minutos, serve para cálculos de anos futuros. As linhas horizontais estão dispostas aos pares entre dois traços, sendo a superior relativa à conjunção e a inferior à oposição.

Da tabela da direita, referente ao ano de 1497, extraímos o seguinte quadro, que mostra as fases da lua durante o trajecto da armada, desde Lisboa até à Angra de Santa Helena:

Anno de 1497

Meses	Dias do mês	Dias da semana	Horas e minutos	Luas
Junho Julho	29 13	quinta-feira quinta-feira	18^h 22^m 21 40	lua nova lua cheia
Julho Agosto	29 12	sabado sabado	1 56 12 33	lua nova lua cheia
Agosto Setembro	27 11	domingo segunda-feira	9 29 4 58	lua nova lua cheia
Setembro Outubro	25 10	segunda-feira terça-feira	17 44 22 14	lua nova lua cheia
Outubro Novembro	25 9	quarta-feira quinta-feira	3 51 15 9	lua nova lua cheia

Vê-se assim que foi lua nova no dia 29 de junho às 18 horas e 22 minutos (tempo astronómico) ou às 6 horas e 22 minutos da manhã do dia 30 (tempo civil); e foi lua cheia no dia 13 de julho às 21 horas

e 40 minutos (tempo astronómico) ou às 9 horas e 40 minutos do dia 14 (tempo civil). O quarto crescente foi então no dia 7 pela manhã. Quando pois a armada partiu do Tejo em 8 de julho, tinha sido quarto crescente na véspera; a lua ia portanto na passagem de *meio rosto* para *rosto inteiro* quando começou a famosa viagem do Gama.

Pela segunda vez mostrou a lua inteiro o rosto em 12 de agosto, pela terceira vez em 11 de setembro, pela quarta em 10 de outubro e finalmente pela quinta vez em 9 de novembro, quando os nossos argonautas estavam já em Santa Helena, «alimpando os navios e corregendo as vellas e tomando lenha». A lua nova fôra em 25 de outubro. Vê-se que o quarto crescente foi na manhã do dia 2 de novembro. Quando pois os nossos marinheiros avistaram terra, pelas 9 horas da manhã do dia 4 de novembro, mostrára a lua, dois dias antes, *meio rosto*, indo na transição para *rosto inteiro*, pela *quinta* vez, *emquanto o mar cortava a armada*.

Camões conhecia com certeza o livro de Zacuto, que devia ser famoso ainda no seu tempo. Percorrendo as tábuas do lunário, chamou-lhe naturalmente a atenção a tábua relativa ao ano de 1497. Camões, contando o tempo pelas fases da lua, regista um facto astronómico rigorosamente verdadeiro, como acabamos de mostrar. Na estância 24 do canto V temos pois, mais uma vez, ocasião de admirar como o poeta, sábio e artista, unia à beleza e concisão da forma a exactidão scientifica.

3. *O ano.* — Foi ainda no periodo puramente popular da astronomia que se observou que, como a lua, outras estrêlas, tais como Marte, Júpiter e Saturno, se deslocavam por entre as constelações das estrêlas fixas, sendo também classificadas como estrêlas erráticas ou planetas. Mercúrio começou por ter dois nomes: *Apolo*, quando estrêla da manhã e *Mercúrio*, quando estrêla da tarde. Reconheceu-se depois que Apolo e Mercúrio eram o mesmo planeta. Como Mercúrio, Vénus teve entre os gregos dois nomes: *Fósforo*, como estrêla da manhã, e *Héspero*, como estrêla da tarde.

Na descrição da batalha do Salado aparece-nos Vénus como estrêla da tarde (Vespero) em III, 115:

Ia se hia o Sol ardente recolhendo,
Pera a casa de Thetis, & inclinado
Pera o Ponente, o vespero trazendo,
Estaua o claro dia memorado,
Quãdo o poder do Mauro grande & horrẽdo
Foi pelos fortes Reis desbaratado,
Com tanta mortindade, que a memoria,
Nunca no mundo vio tam gram victoria.

Dizendo que o claro dia memorado estava inclinado para o poente, trazendo o véspero, não quer o poeta significar que, no dia 30 de outubro de 1340, Vénus fôra realmente estrêla da tarde. O véspero vem aqui como símbolo da tarde; há nesta estância, como observa o sr. Dr. José Maria Rodrigues no seu notabilíssimo estudo *Fontes dos Lusíadas*[1], visível influência da *Cronica de D. Afonso IV*, de Rui de Pina (fl. 116):

«E este dia tam prospero deu deos aos cristaãos contra os jmigos da sua fee, em que tanta multidã delles foy em tam pouco espaço desbaratada como foy da óra da terça em que começaram a pellejar *atee vespera* que durou a batalha».

Como estrêla da manhã aparece Vénus ao romper do dia em que a armada chega enfim à vista da tão desejada terra da Índia, depois da noite procelosa, quando a deusa determina abrandar por amores as iras e os furores dos ventos, mostrando-lhes as ninfas belas, «que mais formosas vinham que as estrêlas»:

Mas ja a amorosa strela scintilaua
Diante do Sol claro, no Orizonte
Mensageira do dia, & visitaua
A terra, & o largo mar, com leda fronte:
A deusa, que nos ceos a governaua,
De quem foge o ensifero Orionte,
Tanto que o mar, & a chara armada vira,
Tocada junto foy de medo, & de ira (VI, 85).



O sol foi também classificado como estrêla errática, completando a conta dos sete planetas conhecidos dos antigos. A descoberta do movimento próprio do sol, que se não vê ao mesmo tempo que as estrêlas, exigiu um maior esfôrço de reflexão. Observando a constelação que segue imediatamente o sol no seu ocaso ou a que o precede no seu nascimento, concluiu-se que estas constelações não são sempre as mesmas. Assim, se o ocaso da constelação de Áries se segue ao do sol, passado tempo esta constelação desaparece nos raios solares e é a constelação do Toiro que passa depois a brilhar sôbre o sol poente. O sol apaga com a sua luz as estrêlas da constelação que está entre a que o precede no seu nascimento e a que o segue no seu ocaso; e verificou-se assim que êle vai percorrendo sucessivamente, de ocidente para oriente, as constelações duma zona da esfera estrelada a que se deu o nome de *zodiaco*. A seqüência das observações levou à descoberta da *eclítica*, círculo do movimento próprio do sol, e com

[1] *O Instituto*, vol. LIV, pág. 306.

o período dêste movimento estabeleceu-se uma nova unidade de tempo: — o ano.

O ano, período do curso próprio do sol, cuja duração é de 365 dias e um quarto aproximadamente, é definido pelo poeta em V, 2:

Entraua neste tempo o eterno lume,
No animal Nemeyo truculento,
E o mundo que com tempo se consume
Na seista idade andaua enfermo & lento:
N'ella ve, como tinha por costume,
Cursos do sol quatorze vezes cento,
Com mais nouenta & sete, em que corria
Quando no mar a armada se estendia.

A sexta idade começava com o nascimento de Cristo. Corria pois o ano de 1497 da era de Cristo, quando a armada partiu do Tejo.

A explicação das idades do mundo pode lêr-se na *Chronographia o reportorio de los tiempos* de Jerónimo Chaves. Transcrevemos da edição de Lisboa, 1576, fl. 38:

De las edades del mundo.
Titulo 72.

«Toda la vniuersal duracion del mũdo fue diuisa por los antiguos Padres en seys interuallos de tiempo, a quien llamaron las Edades del mundo. Y esta diuisiõ fue assi hecha cõforme a los seys dias en que fue criado el mundo, y esta es la cómun diuision de Eusebio, y de todos los historiadores. En el tiẽpo y duracion de cada vna destas edades ay tan gran diferencia y confusion entre los historiadores, que no se ha podido tomar certidumbre de su numeracion. Y ay dos principales parcialidades. Vnos siguen a los Hebreos, y otros a los setenta y dos Interpretes, que traduxeron el viejo testamento: y segun estas dos opiniones me parescio collegir el tiempo de estas edades, y hazer de cada una dellas Catalogo particular. Porque con mayor facilidad las pueda entender el lector».

Em resumo, a primeira idade, comparada à infância do homem, vai desde a origem do mundo até ao dilúvio universal. A segunda idade, que foi como a puerícia do género humano, vai desde o dilúvio até ao nascimento de Abrahão. A terceira idade, comparada à adolescência do homem, vai até David. A quarta idade, que é comparada à juventude do homem, vai desde o rei David até à transmigração de Babilónia. A quinta idade, que foi como a velhice do homem, vai até ao nascimento de Cristo. A sexta idade e última vai desde o nascimento de Cristo até ao último dia, o dia do juízo final. Isto

mesmo se lê no *Reportório dos tempos* de André do Avelar, que é, em grande parte, tradução do livro de Jerónimo Chaves.

O mundo, que com o tempo se consome, andando na sexta idade, que é a última, vai numa velhice adiantada. Por isso o poeta o acha *enfermo* e *lento*.

O ano é também definido em X, 86:

> ... em quanto Phebo, de luz nunca escasso
> Dozentos *cursos* faz, da elle um passo.

4. *O tempo.* — A descoberta do movimento próprio do sol levou à distinção entre o dia solar e o dia sideral, determinado por duas passagens sucessivas duma estrêla fixa no meridiano. O dia solar é maior que o sideral e os dias solares verdadeiros não são iguais entre si. O dia sideral, que para nós é o tempo duma rotação completa da Terra, era ainda no século XVI o tempo duma rotação do primeiro móbil, a esfera impulsora do movimento diurno. O dia sideral, período constante, é a unidade natural do tempo.

No Título 3.º — Del Tiempo — da *Chronographia* de Jerónimo Chaves, que atrás citámos, lê-se (fl. 2):

«... Aristoteles dize: El tiẽpo ser vn cierto numero y medida del mouimiento del primer mobil, considerando en el partes primeras y postrimeras...

...... Y porq̃ entre todos los mouimiẽtos de los cuerpos celestiales, el mouimiento del Sol era mas notorio y comum a todos los vulgares, y semejantemente el mouimiento de la Luna: por esta causa la gente vulgar midio los tiempos cõ estos dos mouimiẽtos. Y vnos seguierõ el mouimiẽto de la Luna, y tales fuerõ los Arabes: y al principio la mayor parte de todas las naciones. Despues otros siguieron el mouimiẽto del Sol. Y tales fueron los Romanos. Solos los Philosophos entendieron el tiempo por el numero y medida del mouimiento del primer cielo, o primer mobil: el qual es causa del mouimiento diurno y cotidiano, y tambien por ser mas regulatissimo que todos los otros Cielos y Spheras celestes».

É êste modo de entender o tempo, medindo-o pelo movimento do primeiro móbil, que se encontra em III, 22, quando o poeta diz que a Lusitânia se tornou Reino ilustre no decorrer do tempo:

> Desta o Pastor nasceo, que no seu nome
> Se vè, que de homem forte os feitos teue,
> Cuja fama, ninguem virà que dome,
> Pois a grande de Roma nam se atreue;

Esta, o velho que os filhos proprios come,
Por decreto, do Ceo ligeiro, & leue,
Veo a fazer no mundo tanta parte,
Criando a Reino illustre, & foi desta arte.

No quinto verso introduz o poeta o mito do tempo que tudo produz e tudo consome, — «o velho que os filhos proprios come». O «Ceo ligeiro, & leue» do verso seguinte é o primeiro móbil, que, como já vimos (págs. 26 e 57), é definido com os mesmos adjectivos no final da estância 85 do canto X:

Outro corre tam leue & tam ligeiro,
Que não se enxerga, he o Mobile primeiro.

No «*Reportorio dos tẽpos em lingoagẽ Portugues* por Valẽtim fernãdez alemã», que parece ter sido o primeiro dos Reportórios publicados em português, começa-se por definir o tempo. Transcrevemos do exemplar existente na Biblioteca de Évora, que julgamos ser a edição de 1528 [1]:

Começa se ho reportorio & primeyramẽte do tempo em geeral & que cousa he

«Em aquelle tempo rudo & muy rustico antes que em ytalia sobessem as gẽtes por ordẽ semear nẽ colher: nõ tẽdo dimensiõ nem cõta certa algũa: andaua todo entre elles confuso. Por isso como escreve Aurelio macrobio: nõ auia entã tempos algũs. Ca tẽpo nõ he al se nom hũa conta ou medida certa que do *contino rodeo do ceo* se colhe & alcança. E por quanto chegando hay Saturno a regnar por sua industria alcançou a gente noticia de laurar | semear | colher | & enxertar por ordem de agricultura com tempo & numero. Certo louuarom no os antijgos muyto: & hõrrarom no como a *deus* & padre do tempo: mais largamente em seu proprio lugar: quãdo dos signos & pranetas se fizer mençã».

---

[1] Ao exemplar de Évora faltam as últimas páginas, que estão substituídas por páginas manuscritas, copiadas da edição de 1552. Tivemos ocasião de comparar o exemplar de Évora com a edição de 1552, existente na Biblioteca Nacional de Lisboa; nesta veem as tábuas do lunário para os anos de 1550 a 1600; no exemplar de Évora veem estas tábuas para os anos de 1528 a 1550. A edição de Évora deve pois ser a de 1528. O *Reportorio dos tẽpos* de Valentim Fernandes é traduzido do castelhano e dedicado a Antonio Carneyro, sumo secretário do rei D. Manuel. Do *Repertorio de tiẽpo* original existe na Biblioteca de Évora uma edição, corrigida por Sancho de Salaya, catedrático de Salamanca, publicada em Lisboa em 1543. A tradução de Valentim Fernandes é feita duma edição anterior, devida a André de Ly, saragoçano.

E adiante, quando se trata do sétimo céu e de Saturno, lê-se:

«Outr*os* disserõ q̃ saturno q*uer* tãto dizer como semeador: que elle foy primeyro q̃ ensinou a semear laurar & prãtar em ytalia: & por ysso o pintarõ cõ a fosse na mão & comẽdo se*us* filhos: porq*ue* todas as cousas q̃ o tẽpo p*ro*duze elle mesmo as cõsume: & assi o hõrrarõ por de*us* dos tẽpos: he praneta masculino».

CAMÕES conhecia com certeza o *Reportorio dos tempos* de Valentim Fernandes. Parece-nos evidente a influência do trecho da definição do tempo, que transcrevemos, na estância que estamos analisando. No quinto verso está o tempo personificado em Saturno. O tempo é porêm marcado pelo movimento do primeiro móbil, o céu ligeiro e leve do verso seguinte. A frase *contino rodeo do ceo* faz lembrar o verso:

O ceo volubil com perpetua roda,

que define o primeiro móbil na estância VII, 60.

Do livro do professor Mach, cujo nome já noutro lugar (pág. 52) citámos, *Conferências scientíficas populares*[1], traduzimos um trecho da conferência intitulada — Natureza económica das investigações físicas —, por nos parecer um interessante comentário à estância que nos ocupa:

«Todas as leis e conceitos físicos são indicações abreviadas, que muitas vezes contêm implícitas ainda outras indicações, a respeito de experiências económicamente ordenadas e prontas para uso. A brevidade pode dar a tais indicações, cujo conteúdo só raras vezes se enuncia dum modo completo, a aparência de entidades independentes. Não queremos naturalmente ocupar-nos aqui dos mitos poéticos como é, por exemplo, o do Tempo que tudo gera e tudo devora. Lembraremos apenas que Newton ainda fala dum Tempo absoluto, independente de todos os fenómenos bem como dum Espaço absoluto, conceitos acima dos quais o próprio Kant não poude elevar-se, e que ainda hoje são, de vez em quando, repetidos a sério. Para o investigador da Natureza é cada determinação de Tempo apenas a indicação abreviada da dependência dum fenómeno de outro, e nada mais. Quando dizemos que a aceleração dum corpo caíndo livremente é de $9^{m},810$ por segundo, quer isto dizer que a velocidade para o centro

[1] E. Mach, *Popular wissenschaftliche Vorlesungen*, Leipzig, 1910.

da Terra aumentou de 9^{m},810 enquanto a Terra executou mais $\frac{1}{86400}$ da sua rotação[1], o que, por sua vez, só pode reconhecer-se pela sua posição relativamente a outros corpos celestes. A velocidade não é também senão uma relação da posição do corpo com a posição da Terra. Em vez de os referirmos à Terra, podemos referir todos os fenómenos a um relógio ou mesmo à nossa sensação interna do Tempo. Como existe uma correlação entre todos os fenómenos, e cada um pode servir para medida dos restantes, fácilmente se origina o êrro de se atribuir significação ao Tempo, independentemente dos fenómenos».

Se Camões reproduz o mito poético do tempo como entidade independente, o que é natural num poeta, logo no verso seguinte, como homem de grande saber que também foi, se reporta à noção rigorosa do tempo, referindo o intervalo que vai desde Viriato a D. Afonso Henriques ao movimento de rotação do primeiro móbil, a que hoje corresponde o movimento de rotação da Terra, satisfazendo assim os filósofos antigos, como Aristóteles, e os futuros, como Mach.

5. *As horas.* — O dia divide-se em horas:

> Ia neste tempo o lucido Planeta,
> Que as *horas vay do dia distinguindo,*
> Chegaua aa desejada, & lenta Meta,
> A luz celeste aa gentes encobrindo (II, 1).

No século XVI usavam-se no mar os relógios de sol[2]. Havia também relógios de areia para marcar as divisões dos *quartos de vigia,* a que o poeta se refere em II, 60:

> O Capitam illustre, ja cansado,
> De vigiar a noite que arreceia,
> Breue repouso entam aos olhos daua,
> A outra gente a *quartos* vigiaua.

---

[1] O dia tem 86400 (24×60×60) segundos.

[2] Os defeitos dêstes relógios são apontados por D. João de Castro no *Roteiro de Lisboa a Goa*, Lisboa, 1882, pág. 183: «... não considerando como os Relogios por onde se regem são feitos em differentes Regiões, e cada hum serue á leuação do pollo do lugar donde he feito, o que oje muy conhecidamente se mostrou ao meo dia; porque, vereficando as oras por quatro Relogios, achei que dous delles me fazião meo dia, e o terceiro 11 oras $\frac{1}{2}$, e o quarto 11 oras $\frac{1}{3}$: alem disto faz mentir muitas vezes muito os taes Relogios o variar de suas agulhas, porque, como quer que são ceuadas com differentes pedras, e os mesmos ferrinhos seião mais aceitos huns que outros, faz que variem ou nordesteem huns muy differente dos outros, e daquy vem mostrarem o lugar de meo dia com tanta falsidade; ...».

Cada quarto de vigia durava oito *relógios* ou ampulhetas de meia hora. O primeiro quarto de vigia da noite era o *quarto da prima;* o segundo o *da modorra;* e o terceiro o quarto *da alva.* Assim no *Roteiro de Dom Joam de Castro, da viagem que fizeram os portuguezes ao mar Roxo no anno de 1541,* Paris, 1833, lê-se:

«De noute, toda a noute foi o vento Nordeste gallerno: o *quarto da Prima* gouernamos Alloeste, e *o da modorra,* Alloeste quarta de Noroeste: Mas o *quarto dalua* gouernamos todo Alloeste» (pág. 26).

«De noute foi o vento oeste bonança: toda a noute corremos, ate *o quarto da prima rendido,* com as vellas de proa, e vellas da gauia grande. A *huum rellogio do quarto da modorra,* tomamos fundo em .8. braças, e deshi ate amanhecer, corremos com todallas vellas: gouernamos sempre leste, quarta de sueste» (pág. 271).

Assiste-se ao *render do quarto da prima* em VI, 38:

Em quanto este conselho se fazia
No fundo aquoso, a leda, lassa Frota
Com vento sossegado proseguia
Pello tranquillo mar, a longa rota:
Era no tempo quando a luz do dia
Do Eoo Emisperio está remota,
Os do *quarto da prima* se deitauão
Pera *o segundo* os outros despertauão.

O segundo quarto é o da *modorra,* cuja denominação o poeta justifica na descrição que faz na estância imediata:

Vencidos vem do sono, & mal despertos
Bocijando a miude se encostauam,
Pellas antenas, todos mal cubertos,
Contra os agudos ares que assoprauam:
Os olhos contra seu querer abertos
Mas estregando os membros estirauam;
Remedios contra o sonno buscar querem,
Historias contão, casos mil referem.

Para resistirem à modorra que os acomete, conta então Veloso aos companheiros a história dos Doze de Inglaterra.

6. *Os signos do zodiaco.* — Como já vimos (pág. 61), o zodíaco é descrito pelo poeta na segunda parte da estância X, 87:

Bem ves como se veste & faz ornado
Co largo cinto douro, que estrellantes
Animais doze traz afigurados,
Aposentos de Phebo limitados.

O zodiaco, zona celeste de 12º graus de largura, dentro da qual se observam os movimentos dos planetas, é dividido em doze signos, como é sabido. No *Reportorio dos tempos* de Valentim Fernandes lê-se, no capitulo intitulado—Dos doze signos & q̃ quer dizer signos:

«...... Signo nõ *quer* dizer outra cousa se nõ *casas* ou *moradas do sol*. E assi he de presuponer q̃ tod*os* os doze signos do zodiaco se referem aa natureza do sol. Ca segundo o efecto q̃ ho sol faz quãdo esta em cada *casa* daquelles doze tal nome poserom os astrologos ao signo que nos mostra aquella *casa* atribuyda & correspondente aa condiçam de aquelle animal por a qual se figura como veremos por ordẽ em cada hũ dos signos».

O sol, percorrendo a ecliptica, linha média do zodiaco, ocupa sucessivamente cada um dos *signos* que se chamavam também *casas* do sol. Por isso o poeta lhes chama «*Aposentos* de Phebo limitados». São *limitados* à extensão de 30 graus cada um, perfazendo os doze os 360 graus da volta inteira do zodiaco. Junto damos um quadro dos doze signos com os seus nomes, latino e português, os simbolos com que se designam, as figuras correspondentes aos seus nomes como se vêem na *Chronographia* de Jerónimo Chaves, e os graus de longitude em que cada um começa. Os nomes dos signos são os mesmos das constelações zodiacais, os doze *estrellantes animais afigurados*. Foi no tempo de Hiparco que os signos tomaram o nome das constelações que os ocupavam. Por causa da precessão dos equinócios, à razão de 50″,2 por ano, os signos foram-se deslocando para ocidente sôbre as constelações, estando hoje o signo de Áries sôbre a constelação dos Peixes.

Os *Reportórios* do século XVI trazem a descrição minuciosa de cada um dos signos com a astrologia respectiva. Percorrendo os capitulos, relativos aos signos, do *Reportorio* de Valentim Fernandes, pode-se formar o seguinte quadro das datas das entradas do sol nos signos:

Aries.	11 de março	Libra	14 de setembro
Taurus.	11 de abril	Scorpius	14 de outubro
Gemini.	12 de maio	Sagittarius.	13 de novembro
Cancer.	12 de junho	Capricornus	12 de dezembro
Leo	14 de julho	Aquarius	11 de janeiro
Virgo	14 de agosto	Pisces.	10 de fevereiro.

Os quatro signos de Aries, Cancer, Libra e Capricornus eram chamados os quatros signos cardeais, porque a entrada do sol neles marca o principio das estações.

Aries	*Taurus*	*Gemini*
		
		
0°	30°	60°
Carneiro	Touro	Gêmeos
Cancer	*Leo*	*Virgo*
		
		
90°	120°	150°
Cancro ou Caranguejo	Lião	Virgem
Libra	*Scorpius*	*Sagittarius*
		
		
180°	210°	240°
Balança	Scorpião	Sagitário
Capricornus	*Aquarius*	*Pisces*
		
		
270°	300°	330°
Capricórnio	Aquário	Peixes

Os signos de zodíaco.

As figuras são reproduzidas da *Chronographia* de Hieronymo Chaues, Lisboa, 1576, fl. 161.

No *Reportorio* de Avelar, impresso pela primeira vez em 1585, «conforme à noua reformação do sancto Padre Gregorio XIII», encontra-se (fl. 87, v.) a tábua da entrada do sol nos doze signos, sendo a entrada em Aries a 21 de março, em Taurus a 21 de abril, etc., por causa dos dez dias suprimidos em 1582.

Camões exprime a época do ano, em que tiveram lugar alguns dos acontecimentos que descreve, pela posição do sol na eclíptica, indicando o signo. Assim a batalha de Aljubarrota coincidiu com a entrada do sol no signo da Virgem:

Respondem as trombetas mensageiras,
Pífaros sibilantes, & atambores
Alferezes volteam as bandeiras
Que variadas sam de muitas cores:
Era no seco tempo, que nas eiras
Ceres o fructo deixa aos lauradores,
Entra em Astrea o Sol, no mez de Agosto,
Baco das vuas tira o doce mosto (IV, 27).

Como se vê da tabela, o sol entrava no signo da Virgem a 14 de agosto, e a batalha teve lugar em 14 de agosto de 1385.

Na descrição dos signos da *Chronographia* de Jerónimo Chaves, indica-se não só a entrada no signo como a entrada na *imagem*, isto é, na constelação do mesmo nome, que tem lugar mais tarde, porque as constelações são deslocadas para oriente, relativamente aos signos, pela precessão dos equinócios. Lê-se na *Chronographia* (fl. 85):

«Entra el sol en el signo de Virgo comunmente a los quatorze de Agosto, comiença a entrar en la imagen al fin de Agosto».

O poeta refere-se sempre aos signos e não às constelações. A posição do sol na eclítica indicava-se pela sua longitude expressa no signo, e nos graus e minutos do signo[1]. Também nas três estâncias, de que em seguida nos vamos ocupar, é o signo que o poeta designa pelo animal correspondente ao seu nome, e não a constelação.

A data da batalha de Aljubarrota é não só determinada astronòmicamente, mas relacionada também com factos agrícolas, o que dá àquela estância um certo sabor de almanach. No calendário do *Re-*

---

[1] A transcrição, que numa nota anterior fizemos, da última folha do *Almanach perpetuum* de Zacuto termina assim: «... 1496 sole existente in 15 g 53 m 35 s piscium sub celo leyree». Terminou-se a impressão do *Almanach* estando o sol em 15°53′35″ do signo dos Peixes no ano de 1496, isto é, em 25 de fevereiro de 1496, como se pode verificar nas próprias tábuas de Zacuto.

portorio de Valentim Fernandes há no cimo de cada página dos meses dois versos alusivos aos factos característicos de cada um, com a correspondente gravura. O mês de julho diz:

Yo soy julio: el q̃ trillo las eras:
Porq̃ de pã: se inchan paneras.

O de agosto:

Yo soy agosto; q̃ amaño las cubas.
Pipas & *quartos*: pera el çumo de las vuas.

O de setembro:

Yo soy setiẽbro: q̃ de maduras vuas
Ago buẽ vino: hinchẽdo las cubas.

O poeta indica os dois acontecimentos agrícolas entre os quais teve logar a batalha: o malhar do trigo nas eiras e as vindimas.

Em II, 72, marca o poeta o dia da chegada a Melinde, que teve lugar em 15 de abril de 1498, domingo de Páscoa, como já dissemos:

Era no tempo alegre quando entraua,
No roubador de Europa a luz Febea,
Quando hum, & o outro corno lhe aquẽtaua,
E Flora derramaua o de Almathea:
A memoria do dia renouaua,
O presuroso Sol, que o Ceo rodea,
Em que aquelle, a quem tudo está sogeito,
O sello pos a quanto tinha feito.

Era quando o sol começava a percorrer o signo do Touro, onde estava havia apenas quatro dias, pois entrara nele a 11 de abril. Era no tempo alegre em que Flora, deusa das flôres, derramava a sua cornucópia. No *Reportorio* de Valentim Fernandes define-se assim, no calendário, o mês de abril:

Yo soy abril: de dulce dormir.
Agradã flores hojas: y aues oyr.

Em V, 2, diz o poeta a época da partida da armada do Tejo, que foi em 8 de julho de 1497. Nos dois primeiros versos indica o mês:

Entraua neste tempo o eterno lume,
No animal Nemeyo truculento.

Entraua quer aqui dizer *ia entrar*. A entrada do sol no signo do Lião ia ter lugar poucos dias depois, a 14 de julho, como se vê no quadro atrás.

Andava o sol no signo dos Peixes quando a armada, tendo deixado o rio dos Bons Sinais, ia a caminho de Moçambique:

> Emquanto isto se passa, na fermosa
> Casa Eterea do Olimpo omnipotente,
> Cortaua o mar a gente belicosa;
> Ia la da banda do Austro, & do Oriente,
> Entre a costa Ethiopica, & a famosa
> Ilha de sam Lourenço, & o Sol ardente
> Queimaua entam os Deoses, que Tifêo
> Co temor grande em peixes conuerteo (I, 42).

O sol entrava no signo dos Peixes a 10 de fevereiro e levava a percorrê-lo até 11 de março, em que passava para o de Áries. A gente belicosa cortava o mar desde 24 de fevereiro e ia chegar à Ilha de Moçambique, que avistaram em 1 de março. Esteve durante êste trajecto sempre o sol no signo dos Peixes. Transcrevemos a passagem correspondente do *Roteiro da viagem de Vasco da Gama em 1497* (pág. 22):

«...... e aquy posemos huum padram, ao quall poseram nome o padram de Sam Rrafaell, e isto porque elle o levava, e ao rrio dos Boons Signaees [1].

D'aquy nos partimos huum sabado que eram *vinte e quatro dias do mês de fevereiro* e fomos aquelle dia na volta do mar, e a noute seguinte em leste por nos arredarmos da costa a quall era muito graçiosa de vista. E ao domingo fomos ao nordeste, e quando vêo a oras de vespora vimos estar tres ylhas em o mar e eram pequenas, e as duas sam de grandes arvoredos e a outra he calva e pequena mais que as outras, e de huuma aa outra averá quatro legoas, e porque era noute vyrámos na volta do mar e de noute pasámos por ellas. E ao outro dia fomos noso caminho, e andámos seis dias pello maar, porque ás noutes pairavamos. E huuma quinta feira, que foy o *primeiro dia do mês de março*, á tarde ouvemos vista das ylhas e terra que se ao diante segue. E porque era tarde virámos na volta do mar e pairámos até pella manham. E emtam viemos emtrar em a terra syguinte».

---

[1] Compare-se com V, 78:

> Muy grandemente aqui nos alegramos
> Coa gente, & com as nouas muito mais.
> Pellos sinais que neste rio achamos
> O nome lhe ficou dos bôs sinais:
> Hum padrão nesta terra aleuantamos,
> Que para asinalar lugares tais
> Trazia alguns, o nome tem do bello
> Guiador de Tobias a Gabello.

Esta terra era a Ilha de Moçambique. A viagem desde o rio dos Bons Signais até Moçambique é de novo descrita em V, 84 na narração feita pelo Gama ao rei de Melinde:

Assi que deste porto nos partimos
Com mayor esperança & mór tristeza,
E pela costa abaixo o mar abrimos
Buscando algum sinal de mais firmeza:
Na dura Moçambique emfim surgimos,
De cuja falsidade & má vileza
Ia seras sabedor, & dos enganos
Dos pouos de Mombaça pouco humanos.

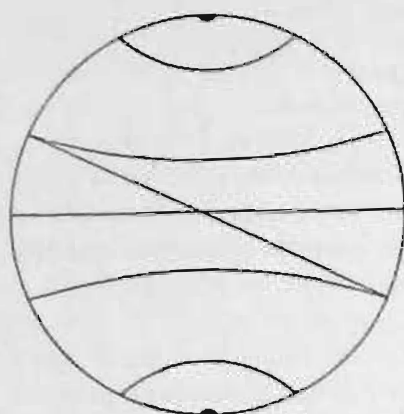
7. *As cinco zonas.* — A divisão da esfera celeste nas cinco zonas e a correspondente divisão do globo terrestre acham-se descritas no *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes na parte do capítulo II que tem por título — Dos quatro circulos menores —:

«Poys que ja falamos dos seys circulos mayores diremos agora dos quatro menores. Auemos de notar que estando o sol no primeiro pōto de cancro que he ho solsticio do estio: pello mouimento do primeiro mobile: faz hum circulo que he ho derradeiro que ho sol faz da parte do norte: & chamase circulo do solsticio estiual pella razam sobredita: & chamase tambem tropico estiual: & veo este nome de tropos que quer dizer volta: porque entam começa ho sol a fazer volta pera o hemispherio debayxo & começase apartar de nos. Estando tambem ho sol no primeiro ponto de Capricorno que he o solsticio do inuerno: pello mouimento do primeiro mobile: faz hum circulo que he ho derradeiro que elle faz da banda do sul. E chamase circulo do solsticio do ynuerno: ou tropico do ynuerno: porque entam faz ho sol volta pera nos. E pois o zodiaco se aparta da equinocial: tambē o polo do zodiaco se apartara do polo do mundo. E pois a oitaua esphera se moue: tambem ho zodiaco que he parte da oytaua esphera se mouera: per derredor do eyxo do mundo: & ho polo do zodiaco se mouera per derredor do polo do mundo. Por tāto este circulo que o polo do zodiaco faz per derredor do polo artico: chamase circulo artico: & o outro circulo que faz ho outro polo do zodiaco per derredor do polo antartico: chamase circulo antartico. Outro si quanto he o que mays se aparta o Sol da equinocial: tanto he o que se aparta ho polo do zodiaco do polo do mūdo: ho que se prouara desta maneira ....

....

...... E auemos mays de notar que os quatro paralellos menores .s. dous tropicos & ho paralello artico & ho antartico nos apartão *no*

ceo cinquo zonas ou regiões. E por isso dezia Vergilio nas georgicas. Cinco zonas ha no Ceo hũa das quaes he sempre queimada do sol & torrada do fogo. *Outras tantas partes ha na terra que dereitamente estão debaixo das ditas zonas:* como Ouuidio dixe no primeiro liuro do Metamorphoseos. A q̃ esta no meyo nam he habitauel per quentura: duas dellas estão cubertas de neue: & as outras duas que estam antre estas: sam temperadas pella mistura do quẽte com o frio. Assi que a zona que esta antre os dous tropicos he inhabitauel: pella quentura do sol que sempre anda antre os tropicos: & pella mesma causa a terra que jaz debaixo della he *inabitauel:* e as duas Zonas que estam cercadas pello circullo artico & pello antartico: sam *inhabitaueis* pero muito frio: porque ho sol anda muito apartado dellas: & ho mesmo se ha de dizer das regioes da terra que estão debaixo: mas das outras duas zonas: assi a que estaa antre ho tropico do estio e ho circulo artico: como a q̃ esta antre ho tropico do inuerno & ho circulo antartico: sam habitaueis: porque se tempera a quentura da zona torrada q̃ esta antre os tropicos: com a frialdade das zonas frias que estão debaixo dos polos: & ho mesmo se ha de dizer das partes da terra que estam debaixo dellas».



A esta afirmação do texto de Sacrobosco, da inhabitabilidade da zona tórrida e das zonas glaciais, faz o tradutor Pedro Nunes a seguinte anotação na margem:

«As nauegações dos portugueses nos amostrarã: q̃ não ha terra tam destẽperada per quẽte nẽ per fria em q̃ não aja homẽs».

As navegações dos portugueses transformaram a sciência do tempo.

No trecho acima transcrito, quando, depois de definidas as cinco zonas celestes, se diz «outras tantas partes ha na terra que *dereitamente* estão debaixo das ditas zonas», deve-se entender que cada ponto duma zona terrestre tem o seu zenite na zona celeste correspondente. As verticais tiradas do centro da Terra para os trópicos e circulos polares terrestres determinam superfícies cónicas de revolução em tôrno do eixo do mundo, que vão interceptar a esfera celeste segundo os trópicos e círculos polares celestes correspondentes.

A equinocial, ou, como hoje dizemos, o equador, linha média da zona tórrida, está definida pelo poeta em V, 13:

Por este largo mar em fim me alongo
Do conhecido pollo de Calisto,
Tendo o termino ardente ja passado
Onde o meyo do mundo he limitado.

Em V, 7:

Passamos o lemite aonde chega
O Sol, que pera o Norte os carros guia,
Onde jazem os pouos, a quem nega
O filho de Climêne a cor do dia,

e em X, 129:

Aqui o soberbo imperio, que se afama
Com terras & riqueza nam cuidada,
Da China corre, & occupa o senhorio
Desdo Tropico ardente ao Cinto frio,

refere-se o poeta ao trópico de Câncer e ao círculo polar ártico. O trópico de Capricórnio e o círculo polar antártico são introduzidos em V, 27:

Achamos ter de todo ja passado
Do Semicapro pexe a grande meta,
Estando entre elle & o circulo gelado
Austral, parte do mundo mais secreta.

Mas a mais formosa estância em que entram as zonas terrestres é a admirável colocação da Europa na zona temperada, em III, 6:

Entre a Zona que o Cancro senhorea,
Meta Septentrional do Sol luzente,
E aquella, que por fria se arrecea
Tanto, como a do meyo por ardente,
Iaz a soberba Europa, a quem rodea,
Pela parte do Arcturo, & do Occidente:
Com suas salsas ondas o Oceano,
E pela Austral, o Mar Mediterrano.

8. *As estações.* — A entrada do sol nos quatro signos cardeais marca o princípio das estações, que teem sua feição especial segundo a zona que se considera. Tendo a armada atravessado a zona tórrida, o poeta descreve naturalmente os factos característicos desta zona.

Na parte do capitulo III do *Tratado da Sphera* intitulada — Da diuersidade dos dias & noytes que tem os que morão em diuersas partes da terra — começa-se por descrever o que sucede com os habitantes do equador:

«Auemos de saber que os que viuem debayxo da equinocial tem ho sol na cabeça duas vezes no anno: conuẽ a saber quãdo estaa no principio de Aries: & quando estaa no principio de Libra: & tem nestes tempos dous solsticios altos: porq̃ lhes passa o sol dereitamente per cima de sua cabeça: tem tambem dous solsticios bayxos quando ho sol esta nos principios de Cancro & Capricorno: & chamanse bayxos porque entam se aparta ho sol ho mais que ser pode do seu zenith: do qual se segue que poys *sempre lhes he equinocio:* teram no anno quatro solsticios dous altos & dous bayxos: & teram *dous estios* .s. estando o sol em qualquer dos dous põtos equinociaes ou junto delles. Tambẽ teram *dous inuernos* .s. estando o sol nos primeiros pontos de cancro e Capricorno ou jũto delles . . . . E nesta abitação nacẽ & se poem as estrellas que estam acerca dos polos . . . .».

Para os habitantes do equador os polos do mundo estão no horizonte, que corta portanto ao meio os circulos diurnos de todos os astros. Durante todo o ano são os dias iguais às noites; *sempre lhes he equinocio.* Por isso o poeta diz em II, 63:

Vaite ao longo da costa discorrendo,
E outra terra acharas de mais verdade,
La quasi junto donde o Sol ardendo,
Iguala o dia, & noite em quantidade,

referindo-se a Melinde, que fica junto do equador, a três graus apenas de latitude sul. A linha equinocial é igualmente definida em VII, 61:

E desda a fria plaga de Gelanda,
Ate bem donde o Sol *nam muda o estilo*
Nos dias, sobre a gente de Ethiopia,
Tudo tem no seu Reino em grande copia.

Nem só os que vivem no equador teem dois estios e dois invernos; o mesmo sucede aos outros habitantes da zona tórrida. Com o titulo — Dos que viuem antre a equinocial & o tropico de Cancro — lê-se depois no *Tratado da Sphera:*

«Os que tem ho zenith antre a equinocial & o tropico de Cancro tem duas vezes no anno ho sol sobre a cabeça: porque se imaginar-

mos hum circulo equidistante a equinocial: & que passe pello zenith da sua cabeça: craro esta que este tal circulo se encõtrara com ho zodiaco em dous lugares que igoalmente se apartam do principio de Cancro: & portanto quãdo quer que ho sol esteuer nestes dous lugares passara de necessidade pello zenith de sua cabeça. Do qual se segue que terã *dous estios & dous inuernos:* quatro solsticios & quatro deferenças de sombras: assi como os que víuem debaixo da equinocial: ......».

É claro que considerações análogas se podem fazer para os que vivem entre a equinocial e o trópico de Capricórnio. Mas dêstes não fala o *Tratado da Sphera,* que só se refere ao hemisfério boreal. Quando Sacrobosco, no século XIII, escreveu o seu tratado, não eram seus conhecidos os habitantes do hemisfério austral. Foram os portugueses os primeiros que atravessaram a zona tórrida, onde duas vezes por ano o sol passa no zenite de cada lugar, *dois invernos fazendo e dois verões,* como o Gama diz ao rei de Melinde em V, 15:

Assi passando aquellas regiões,
Por onde duas vezes passa Apolo,
Dous inuernos fazendo & dous verões,
Emquanto corre dhum ao outro Polo:
Por calmas, por tormentas & oppressões
Que sempre faz no mar o yrado Eolo,
Vimos as Vrsas a pesar de Iuno
Banharemse nas agoas de Neptuno.

A respeito dos que vivem no limite norte da zona tórrida diz o *Tratado da Sphera* no parágrafo

Dos que viuem debaixo do tropico de Cancro:

«Os que tem ho zenith no tropico de Cancro tem hũa soo vez no anno o sol sobre a sua cabeça .s. quãdo esta no primeiro põto de Cancro: & entam em hũa soo ora de hum dia de todo anno tẽ a sombra perpendicular: & neste sitio esta a cidade chamada Syene: & por isso dezia Lucano[1]. *Syene pera nenhũa parte lãça sombra* isto se ha de entender ao meyo dia de hum soo dia: & em todo o outro tempo do anno vay a sombra pera a banda do norte».

---

[1] «Vmbras nusquam flectente Syene».

Como Lucano, se exprime Camões a respeito de Siene, em III, 71:

> O famoso Pompeyo nam te pene,
> De teus feitos illustres a ruyna,
> Nem ver que a justa Nemesis ordene,
> Ter teu sogro de ti victoria dina
> Posto que o frio Fasis, ou Syene
> *Que pera nenhum cabo a sombra inclina:*
> O Bootes gellado, & a linha ardente,
> Temessem o teu nome geralmente.

A cidade de Siene, situada no Egipto ao sul e pròximamente no meridiano de Alexandria, era célebre pela famosa medida do raio da Terra, feita por Eratóstenes (3.º século antes de Cristo). Era então sabido que em Siene os corpos não lançavam sombra *para nenhum cabo* ao meio dia no solstício do verão, e que um poço era iluminado até ao fundo pelo sol, o que provava a situação da cidade no trópico de Câncer. Eratóstenes, medindo em Alexandria ao meio dia, no dia do solstício estival, a distância zenital do sol, que nesse momento estava no zenite de Siene, media o ângulo compreendido entre os zenites de Alexandria e Siene, isto é, o número de graus do arco de meridiano compreendido entre as duas cidades. Achou que esse arco era de 7°12′, isto é, $\frac{1}{50}$ da circunferência.

Alexandre Magno e, depois dêle, os Ptolomeus, tinham mandado medir os caminhos do Egipto, pelos *bematistas,* isto é, agrimensores ou geógrafos, que mediam as distâncias pelos passos, e estes tinham achado que a distância de Siene a Alexandria era de 5:000 estádios. A circunferência do meridiano era pois cincoenta vezes esta distância, isto é, 250:000 estádios, donde é fácil concluir o número de estádios do raio da terra, considerada esférica.

9. *Os climas.* — A palavra clima não tinha no século XVI a mesma significação que hoje tem. O sentido em que Camões a emprega é definido na parte do capítulo III do *Tratado da Sphera,* intitulada — Da repartição dos climas —, que, segundo observa Pedro Nunes, é toda tirada de Alfragano. Sacrobosco considera habitável apenas a parte do hemisfério boreal compreendida entre o paralelo terrestre de 12°45′ de latitude e o paralelo de 50°30′ de latitude. Entre estes dois paralelos coloca mais seis, que dividem o espaço entre os dois primeiros em sete zonas menores, que são os *sete climas.* Estes paralelos são escolhidos de forma que a diferença entre o maior dia do ano no paralelo inicial e no paralelo final de cada clima seja de meia hora; e em cada clima considera ainda um paralelo médio,

onde esse dia difere dum quarto de hora do dos paralelos estremos. No quadro junto resumimos o que Sacrobosco diz a respeito dos sete climas.

Climas	Latitude	Dia máximo	Largura do clima, em milhas	Denominação do clima
Princípio I. Meio Fim	12° 45′ 16 40 20 30	12h 45m 13 0 13 15	440	Clima de Méroe
Princípio II. Meio Fim	20 30 24 15 27 30	13 15 13 30 13 45	400	Clima de Siene
Princípio III. Meio Fim	27 30 30 45 33 40	13 45 14 0 14 15	350	Clima de Alexandria
Princípio IV. Meio Fim	33 40 36 24 39 0	14 15 14 30 14 45	300	Clima de Rodes
Princípio V. Meio Fim	39 0 41 20 43 30	14 45 15 0 15 15	255	Clima de Roma
Princípio VI. Meio Fim	43 30 45 24 47 15	15 15 15 30 15 45	212	Clima do Borístenes
Princípio VII. Meio Fim	47 15 48 40 50 30	15 45 16 0 16 15	185	Clima dos Rifeus

A coluna intitulada «latitude» dá, em graus e minutos, a latitude dos paralelos inicial, médio e final, de cada clima. Na coluna intitulada «dia máximo» indica-se a duração do dia maior do ano nos mesmos paralelos, isto é, o número de horas e minutos que o sol está sôbre o horizonte dos lugares neles situados, no dia do solstício do estio. Na coluna seguinte lêem-se as milhas de largura de cada clima, isto é, do arco de meridiano compreendido entre o paralelo inicial e o final.

O primeiro clima é limitado ao sul pelo paralelo de 12°45′ de latitude norte, onde o dia maior do ano dura 12^h45^m, o qual, segundo Sacrobosco, separa as partes habitáveis da Terra das que o não são, *por muito quentes*. Êste clima estende-se ao norte até ao paralelo de 20°30′ de latitute, onde o dia máximo é de 13^h15^m, meia hora mais que no paralelo inicial; tem de largura 440 milhas e chama-se clima de Méroe, por nele se achar a cidade de Méroe, situada na Núbia, na ilha do mesmo nome, de que CAMÕES fala em X, 95:

Ve Meroe, que ilha foy de antiga fama
Que ora dos naturais Nobá se chama.

O dia maior do ano vae aumentando meia hora em cada clima, até que no paralelo final do sétimo clima tem de duração 16^h15^m, mais três horas e meia que no começo do primeiro clima. A largura dos climas vae deminuindo, sendo de 185 milhas no último, que tira o seu nome dos Montes Rifeus, de que fala o poeta em III, 7:

Da parte donde o dia vem nascendo,
Com Azia se auizinha: mas o Rio
Que dos montes Rifeios vay correndo,
Na alagoa Meotis, curuo & frio
As diuide: & o Mar, que fero & horrendo
Vio dos Gregos o yrado senhorio.

A largura dos climas, definidos pela propriedade de haver uma variação de meia hora na duração dos dias máximos nos paralelos que os limitam, vae deminuindo para o polo. A generalização e demonstração desta asserção foi pela primeira vez feita por Pedro Nunes, como noutro logar (pág. 10) já dissemos.

É no sentido que fica definido que devemos entender o termo *clima*, na pergunta que o rei de Melinde faz ao Gama em II, 109:

Mas antes valeroso Capitam,
Nos conta, lhe dezia, diligente,
Da terra tua o *clima*, & regiam,
Do mundo onde morais distintamente.

Portugal estendia-se na Europa sôbre o clima de Roma ao norte de Lisboa, e ao sul sôbre o clima de Rodes.

Sacrobosco limitava ao sul o mundo habitável pelo paralelo de 12°45′ de latitude norte, princípio do clima de Méroe. As navegações dos portugueses ao longo da costa africana foram, porêm, recuando

aquele limite, juntando aos climas conhecidos novos climas, como o poeta diz em IV, 76:

> Determinam o nautico aparelho,
> Pera que com sublime coraçam
> Vaa a gente que mandar cortando os mares
> A buscar *nouos climas*, nouos ares.

Assim no *Reportorio dos tempos* de André do Avelar, Lisboa, 1585, se contam já (fl. 64 v.) vinte e quatro climas em cada hemisfério:

Dos climas. Titulo 68.

«Clyma chamarão os antiguos, o espaço de terra, q̃ faz diferença, desdo principio, ate o fim, mea hora de maior ou menor quantidade, no maior dia do anno, e cõforme a isto, podemos cõtar desda equinoctial para o Norte vinte & quatro climas pois ay de diferença entre a linha, & o Polo na quãtidade do maior dia do anno doze horas. Os antigos não contarão mais de sete, & os atribuirão aos sete Planetas pondo o meio do primeiro clima, onde o maior dia do anno era de treze horas, & o meio do segundo, onde o maior dia tinha 13. horas e meia, & assi contauão ate o meio do septimo clima, onde o maior dia do anno he de dezaseis horas: mas ja esta conta fenesceo, porq̃ a experiencia, pos em mais perfeição, o que toca & serue a Geographia, & Astronomia, nesta parte. Outros tantos climas, podemos fabricar da mesma linha equinoctial, para o sul. Por agora baste somẽte saber q̃ cousa he clima, & quantos sam os climas».

Temos pois aqui já vinte e quatro climas em cada hemisfério. Nos climas boreais, o dia máximo tem lugar quando o sol atinge o trópico de Câncer; nos climas austrais, quando o sol chega ao trópico de Capricórnio. O clima mais ao sul do equador por onde passa a armada é o clima do Cabo de Boa Esperança, onde Vasco da Gama exclama quando vae surgir a figura do Adamastor, em V, 38:

> O potestade, disse, sublimada
> Que ameaço diuino, ou que segredo,
> *Este clima*, & este mar nos apresenta,
> Que mór cousa parece que tormenta?

As expedições marítimas portuguesas foram sistemáticamente avançando para o sul durante o século XV. Gil Eanes chega ao Cabo Bojador em 1434, Nuno Tristão ao Cabo Branco em 1442 e ao Cabo Verde em 1446. Atinge-se em 1471 o equador e avança-se depois su-

cessivamente no hemisfério austral, até que Bartolomeu Dias chega a Lisboa em dezembro de 1488 com a notícia de ter passado o Cabo Tormentório, cujo nome então D. João II muda para Cabo de Boa Esperança. Está aberto o caminho para o Oriente. Para lá se dirige Vasco da Gama, por ordem de D. Manuel, a realizar a bôa esperança.

Quando começa a acção dos *Lusiadas*, já a armada passou o Cabo e vae «já lá da banda do Austro e do Oriente entre a costa etiopica e a famosa ilha de São Lourenço» (I, 42). Reunem-se os deuses em concílio no Olimpo luminoso. Júpiter anuncia que a gente de Luso, tendo cometido o mar duvidoso num lenho leve por vias nunca usadas, não temendo de Africo e Noto a força, a mais se atreve agora. Descoberto o Cabo por Bartolomeu Dias, não se navega mais para o sul; agora o caminho é enfim para o oriente, para a Índia. É o que o poeta diz em I, 27:

> Agora vedes bem, que cometendo,
> O duuidoso mar, num lenho leue,
> Por vias nunca vsadas, nam temendo
> De Africo & Noto a força a mais satreue:
> Que auendo tanto ja que as partes vendo,
> Onde o dia he comprido, & onde breue,
> Inclinam seu proposito, & perfia
> A vêr os berços, onde nasce o dia.

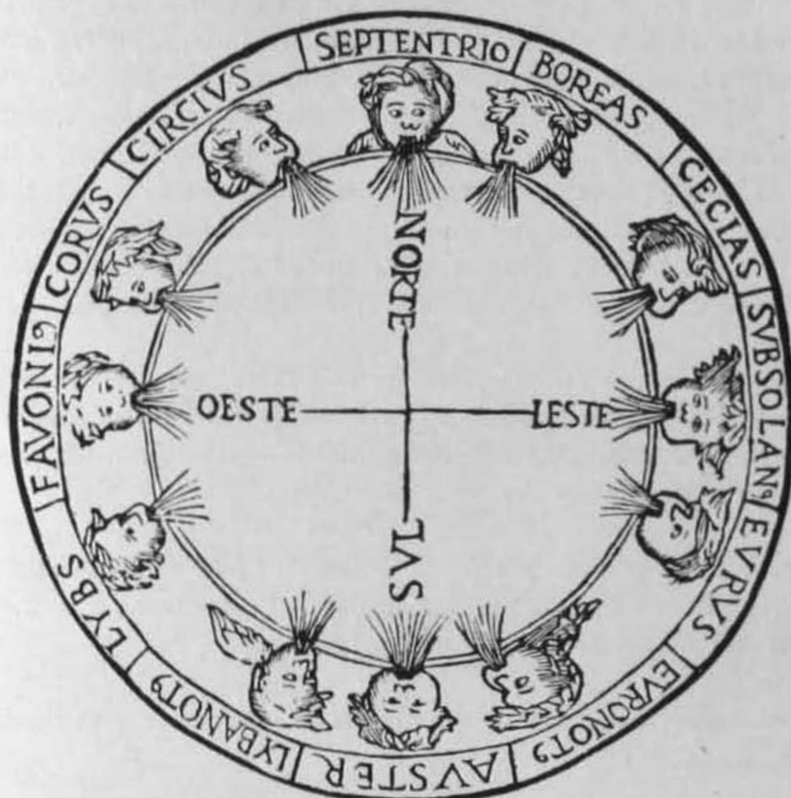
As partes onde o dia é comprido e onde breve são os diferentes climas caracterizados pela duração diferente que neles teem os dias, referidos a uma mesma época do ano. Durante o século XV foram os portugueses acrescentando para o sul novos climas. Nos versos 5.º e 6.º da estância indica o poeta as navegações de norte a sul pelo oeste de Africa. Nos dois últimos versos anuncia o propósito da viagem do Gama: ir enfim em direcção ao oriente, a vêr os berços onde nasce o dia.

A definição dos ventos Africo e Noto pode-se vêr na figura junta, que reproduzimos da *Chronographia* de Jerónimo Chaves. O *Áfrico* é designado na figura por LYBS, e a seu respeito lê-se no texto (fl. 65):

«Aphrico es vn viento q̃ nasce del Occidẽte brumal, como escriue Plinio. Los Griegos lo llamarõ Lybs: los Leuãtiscos lo llaman Poniente lebecho: los del mar Oceano lo llamã Huestsuduest, algunos lo llaman Garbino. Es de naturaleza frio templadamente, y excessiuamente humido. Es viento pluuioso y tempestuoso, y suele muchas vezes causar tempestades, truenos y relampagos».

A respeito do *Noto*, que na figura é designado por AVSTER, diz Chaves (fl. 64):

«Austro es vn viẽto q̃ corre del angulo del medio dia: los Griegos lo llamarõ Notho, de Nothis, q̃ quiere dezir humor por las pluuias y humidades que causa, segun escriue Aulogelio. Los Leuantiscos lo llaman medio jorno. Los del mar Oceano lo llaman Sur, y algunos



lo suelen llamar Vẽdaual, es vn viento de naturaleza caliente y humido, suele ser fulminoso, engẽdra nublados, causa pluuias, condẽsa el ayre, saluo en Africa que causa serẽnidad. Suele ser viento pestilencial, como escriue sant Isidro».

Na volta da costa oriental africana já o Noto favorece a viagem:

Injuriado Noto da porfia
Em que co mar (parece) tanto estaua
Os assopros esforça iradamente
Com que nos fez uencer a gram corrente (V, 67).

10. *Influição de signos e de estrêlas.*—Aos sete planetas dos antigos correspondiam os sete dias da semana. Entendia-se que os

planetas tinham «suas horas dominantes sobre os corpos inferiores». O dia *artificial*[1], intervalo de tempo desde o nascer até ao pôr do sol, era dividido em 12 horas, assim como a noite. Em cada uma destas sucessivas 24 horas, chamadas horas planetárias ou desiguais, iam exercendo sua influência os planetas pela sua ordem, de Saturno à Lua, como num turno de sete sentinelas, pertencendo de novo a vez ao mesmo planeta de 7 em 7 horas. Assim dominando o sol na primeira hora do dia ao domingo, vinha a pertencer a hora prima do dia à Lua na segunda-feira[2], e a Marte, Mercúrio, Júpiter, Vénus e Saturno respectivamente na terça, quarta, quinta, sexta-feira e sábado. Esta é, como se sabe, a razão dos nomes espanhois, franceses e italianos dos dias da semana. Na astrologia judiciária era fundamental saber-se qual o planeta dominante na hora do nascimento das pessoas, bem como o signo que então subia no horizonte (horóscopo). Os planetas influiam também sôbre classes especiais de indivíduos, como Marte sôbre os homens de guerra e ladrões salteadores de caminho.

Os sete climas eram igualmente atribuidos pela sua ordem aos sete planetas, desde Saturno à Lua. No *Reportorio dos tempos* de Valentim Fernandes, no capitulo intitulado — «Dos pranetas & que quer dizer praneta», lê-se:

«... Estes pranetas como acima dissemos forõ correspõdẽtes aos sete dias da somana: & proporcionados aos sete climas q̃ som sete lineas ou partidas do mũndo[3] pouoradas».

Na descrição de cada céu e planeta em particular vem citado o

---

[1] Vid. nota de pág. 157.

[2] Pertencendo ao Sol, planeta da 4.ª esfera, a primeira hora do dia, era a segunda para Vénus, situada na 3.ª esfera; a terceira hora para Mercúrio, colocado na 2.ª esfera; e a quarta para a Lua, planeta mais próximo da Terra. Seguia-se o planeta mais afastado — Saturno, situado na 7.ª esfera, que dominava na 5.ª hora; depois Júpiter, colocado na 6.ª esfera, tinha a 6.ª hora; Marte, planeta da 5.ª esfera, a 7.ª hora; e o Sol voltava a dominar de novo na 8.ª hora, como depois na 15.ª e na 22.ª. A 23.ª hora pertencia a Vénus, a 24.ª a Mercúrio e portanto a hora prima de segunda-feira *(lunes, lundi, lunedi)* à Lua, assim como as horas 8.ª, 15.ª e 22.ª. A 23.ª hora era de Saturno, a 24.ª de Júpiter, e portanto na primeira hora do dia de terça-feira *(martes, mardi, martedi)* dominava Marte. Do mesmo modo na primeira hora do dia de quarta-feira influia Mercúrio, e na primeira hora dos dias seguintes Júpiter, Vénus e Saturno, respectivamente.

[3] Compare-se com o conhecido titulo: Verdadeira historia do Infante D. Pedro de Portugal o qual andou as «sete partidas do mundo», feita por Gomes de Santo Estevão.

respectivo clima com as suas cidades principais. Assim a respeito «Do ceo terceyro: & do quinto praneta que he venus», lê-se:

«E he senhor do quinto clima onde esta Trapezõda: Cõstãtinopoli: roma: napoles: narbona: toledo: & lixbõa».

Além dum domínio geral sôbre cada clima, tinham os planetas influência sôbre certos países, províncias e cidades em particular. No *Reportorio dos tempos* de André do Avelar, edição de 1585, encontra-se ainda uma «Taboa das prouincias & cidades, sobre que os Planetas tem sua significação» (fl. 126, v.).

É natural encontrarem-se nos *Lusiadas* expressões com esta origem astrológica. Descrevendo a nobre Espanha, diz o Gama em III, 19, quando se refere a Castela:

Tem o Galego cauto, & o grande & raro
Castelhano, a quem fez o *seu Planeta*
Restituidor de Espanha, & senhor della,
Bethis, Lião, Granada, com Castella.

Depois, na estância 65 do mesmo canto, diz de D. Afonso Henriques:

Com estas sujugada foy Palmella,
E a piscosa Cizimbra, & juntamente
Sendo ajudado mais de *sua estrella*
Desbarata hum exercito potente.

No concílio dos deuses do canto I Vénus defende contra Baco os portugueses (estância 33):

Sustentaua contra elle Venus bella,
Affeiçoada aa gente Lusitana,
Por quantas qualidades via nella,
Da antiga tam amada sua Romana,
Nos fortes corações, na *grande estrella,*
Que mostráram na terra Tingitana.

A benigna estrêla dos portugueses foi também conhecida do Duque de Alencastro (VI, 47):

Era este Ingres potente, & militara
Cos Portugueses ja contra Castella,
Onde as forças magnanimas prouara
Dos companheiros, & *benigna estrella.*

No século XVI o termo «estrêla» incluía também os planetas. O poeta não se refere porêm a planetas determinados. Usa uma ex-

pressão corrente, nascida na astrologia, no mesmo sentido em que se emprega ainda hoje.

A astrologia fez parte integrante também da medicina. Os planetas e signos tinham domínio sôbre partes diferentes do corpo humano. Era preciso observar a posição da Lua e dos outros planetas nos signos do zodíaco para determinar os dias críticos das doenças, saber os tempos idónios para purgar, sangrar, etc. Às variadas influências de signos e de estrêlas, de que se ocupavam os «Reportórios dos tempos», allude o sexto verso de V, 23:

Se os antigos Philosophos, que andaram
Tantas terras, por ver segredos dellas,
As marauilhas que eu passei, passaram
A tam diuersos ventos dando as vellas:
Que grandes escripturas que deixaram
Que influiçam de sinos & de estrellas,
Que estranhezas, que grandes qualidades,
E tudo sem mentir, puras verdades.

Nesta estância compara o poeta a sciência dos antigos filósofos com os novos conhecimentos provenientes das viagens dos portugueses, «tudo sem mentir, puras verdades», confirmadas pela observação. Também Garcia da Orta, com quem o poeta conviveu em Gôa, diz nos seus *Coloquios dos simples e drogas*: «que se sabe mais em hũ dia aguora pellos Portuguezes do que se sabia em cem annos pellos Romanos»[1].

Na estância 17 anterior já o poeta expõe o conflicto que se acentua entre a experiência ingénua e a autoridade dos textos consagrados:

Os casos vi que os rudos marinheiros
Que tem por mestra a longa experiencia,
Contão por certos sempre & verdadeiros
Julgando as cousas so polla aparencia:
E que os que tem juizos mais inteiros
Que so por puro engenho & por ciencia,
Vem do murdo os segredos escondidos
Julgão por falsos, ou mal entendidos.

Garcia da Orta, que estudara em Salamanca e Alcalá de Henares, também diz:

«Fez isso porque avia medo de dizer cousa contra os Gregos, e não vos maravilheis d'isto porque eu estando em espanha *não ousaria de dizer* cousa algũa contra Galeno e contra os Gregos»[2].

---

[1] Conde de Ficalho, *Garcia da Orta e o seu tempo*, Lisboa, 1886, pág. 303.
[2] *Ibidem*.

O poeta insiste porêm, na estância imediata, no valor do testemunho dos olhos:

> *Vi claramente visto* o lume viuo.
> Que a maritima gente tem por santo,
> Em tempo de tormenta & vento esquiuo
> De tempestade escura & triste pranto;

e no comêço da admirável descrição da tromba marinha:

> *Eu o vi certamente (& não presumo*
> *Que a vista me enganaua)* leuantarse,
> No ar hum vaporsinho & sutil fumo
> E do vento trazido, rodearse.

E quando por fim exclama:

> Vejão agora os sabios na escriptura
> Que segredos sam estes de Natura,

o poeta convida positivamente os sábios na escritura, isto é, os que consomem a vida só no estudo dos livros dos velhos filósofos à contemplação directa da natureza. Nas estâncias 16 a 23 do canto V sente-se perpassar o vento derruidor das venerandas autoridades consagradas. Nesta última o poeta põe em relêvo a importante parte que os portugueses tiveram, pelas suas viagens, no desenvolvimento e transformação da sciência.

VIII

O astrolábio

1. *A altura do polo.*—Ao caír da tarde de sábado 8 de julho de 1497 já a armada, de que Vasco da Gama era capitão-mór, se estendia em pleno mar. Começava a famosa viagem. A nau capitaina era a *S. Gabriel,* de 120 toneladas. Paulo da Gama comandava a nau *S. Rafael,* de 100 toneladas, e Nicolau Coelho a caravela *S. Miguel* [1], de 50 toneladas, mais conhecida pelo nome *Bérrio* do seu primeiro possuidor. Seguia também uma nau de mantimentos, de 200 tonéis, que devia ser desfeita na Angra de S. Brás. Bartolomeu Dias seguia para a Mina numa caravela, acompanhando a armada até às Ilhas de Cabo Verde. Pungente saùdade devia, nesta hora, amargurar o coração dos navegantes, que iam executar um dos mais heroicos feitos que a história regista. Desaparecera no horizonte a terra da pátria. Soava ainda nos seus ouvidos aquele clamor de gritos, choros e lamentações em que irrompera a multidão que enchia a praia de Belêm, quando os marinheiros, ao desferir das velas, lançaram o grito de *Boa Viagem!* Lembravam-lhes os rostos amargurados dos amigos e parentes que ficavam. Quando voltariam? Quantos tornariam ao Tejo? Partiam uns 160. Volvidos dois anos, regressaram apenas 55 [2]!

Os navios seguiram a rota das Ilhas de Cabo Verde, onde o capitão-mór mandara que se reunissem, caso se perdessem uns dos outros. No sábado imediato avistavam as Canárias, e na noite de se-

---

[1] «... os navios que se chamavão sam Miguel, sam Gavriel, sam Rafael, que quando ElRey Dom João os armou lhe poz estes nomes». *Lendas da Índia,* por Gaspar Correa, Lisboa, 1858, tom. I, pág. 15.

[2] *Roteiro da viagem de Vasco da Gama em 1497,* 2.ª edição, correcta por Herculano e Castelo de Paiva, Lisboa, 1861, págs. 129 e 132.

gunda-feira, passando através do Rio do Ouro, foi tamanha a cerração e tormenta, que os navios se dispersaram. Tornaram a juntar-se no domingo, 23, á vista da Ilha do Sal, faltando a *S. Gabriel*. Só na quarta-feira seguinte reencontraram a nau capitaina, atirando muitas bombardas e tangendo trombetas em sinal de alegria. Ao outro dia chegavam à Ilha de Santiago, onde pousaram na praia de Santa Maria. Aí se demoraram uma semana, concertando as vêrgas dos danos causados na passada tormenta e fazendo aguada:

A aquella ilha aportamos, que tomou
O nome do guerreiro Sanctiago,
Sancto que os Espanhoes tanto ajudou
A fazerem nos Mouros brauo estrago:
Daqui tanto que Boreas nos ventou
Tornamos a cortar o imenso lago,
Do salgado Oceano, & assi deixamos
A terra onde o refresco doçe achamos (V, 9).

Foi na quinta-feira, 3 de agosto [1], que se fizeram de novo ao mar e vieram rodeando a «larga parte de Africa». Bartolomeu Dias poz-se no caminho da derrota para a Mina. Vasco da Gama, na altura da Serra Liôa, engolfou-se com todas as naus do seu comando no mar largo, em direcção ao sul:

Sempre em fim pera o Austro a aguda proa
No grandissimo golfão nos metemos,
Deixando a serra asperrima Lyoa
Co Cabo a quem das Palmas nome demos.

Navegaram assim durante os meses de agosto, setembro e outubro, com muitas tormentas e cerrações, até que Vasco da Gama julgou ser tempo de ir demandar a terra. Na manhã de sábado 4 de novembro, pelas 9 horas, ouviu-se o gageiro bradar, do cesto da gávia: *Terra! Terra!* Houve grande alvoroço de alegria. Vestiram-se todos de festa e salvaram ao capitão-mór com muitas bombardas, desfraldando bandeiras e estandartes.

Quando puderam saír em terra, levaram os astrolábios para tomar a altura do sol, operação que se não podia fazer bem a bordo, pois que, por menor que fosse o balanço do navio, se cometiam erros de 4 e 5 gráus [2]. Iam determinar a latitude ou *ladeza* do lugar. CAMÕES,

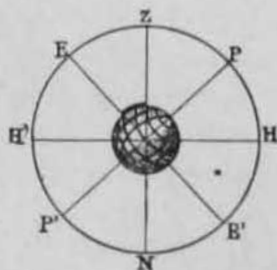
---

[1] *Roteiro da viagem de Vasco da Gama em 1497*, págs. 2 e 3.

[2] J. Bensaúde, *L'astronomie nautique au Portugal à l'époque des grandes découvertes*, Berne, 1912, pág. 112.

nas estâncias 25 a 27 do canto V, descreve-nos Vasco da Gama ocupado com os pilotos nas observações necessárias para o cálculo da latitude da Angra de Santa Helena. Estavam já bem perto do Cabo de Boa Esperança, situado um grau apenas mais ao sul.

A latitude dum lugar é igual à altura do polo, como se sabe e mostra a figura junta. O arco $\widehat{EZ}$ do meridiano mede o ângulo da vertical ZN, linha zenite-nadir, com o equador EE', isto é, a latitude; o arco $\widehat{PH}$ mede o ângulo da linha dos polos PP' com o horizonte $H'H$, isto é, a altura do polo. Estes dois arcos são iguais, pois que qualquer deles, somado com o arco $\widehat{ZP}$, perfaz 90°. O arco $\widehat{EZP}$ é de 90°, porque a linha dos polos PP' é perpendicular ao equador EE'; o arco $\widehat{ZPH}$ é de 90°, porque a vertical ZN é perpendicular ao horizonte $H'H$. A latitude $\widehat{EZ}$ é pois igual à altura ou *elevação* do polo PH. Uma latitude boreal é medida pela altura do polo ártico; uma latitude austral pela do polo antártico. Por isso, em vez de latitude do lugar, se diz também *altura* do lugar.



As estrêlas cuja distância polar é menor que a altura do polo ficam sempre acima do horizonte no seu movimento diurno. Podem observar-se quer na sua culminação, quer na passagem inferior pelo meridiano, onde atingem a menor altura. Estas estrêlas, chamadas *circumpolares,* ficam compreendidas num círculo cujos pontos distam do polo um número de graus igual ao da latitude do lugar. O raio dêste círculo vai pois deminuindo, quando se avança para o equador.

Os navegadores portugueses começaram por se guiar pela constelação da *Ursa menor,* a que chamavam a *Buzina*[1]. Por ela sabiam determinar a altura do polo; por ela contavam as horas da noite. Aplicavam para isso um conjunto de regras, chamado *Regimento da Estrêla do Norte.*

Quando em 1456 as descobertas se estenderam até às Ilhas de Cabo Verde, o polo era já tão baixo que a boca da *Buzina,* na sua passagem inferior pelo meridiano, vinha passar à flor das águas. A

---

[1] A figura da *Buzina* era formada por oito estrêlas: as sete principais da Ursa menor e mais uma estrêla de 4.ª grandeza (a 5 de Flamsteed) que se vê prolongando, do lado da Guarda dianteira, a linha das duas Guardas (γ e β) desta constelação. A estrêla γ, a β e a 5 da Ursa menor desenhavam a *bôca da Buzina.* Por isso na roda dos rumos da meia noite do *Reportorio dos tempos* de André do Avelar (Lisboa, 1590, fl. 88, *r.*) se vê a Ursa menor, ou *Buzina,* constituída por oito estrêlas.

Ursa menor começava a banhar-se no oceano; deixava pois de ser circumpolar. Viu-se então a necessidade de estudar o céu austral. Os nossos navegadores distinguiram depois o *Cruzeiro* como constelação independente, determinando a altura do polo austral pelo *Regimento do Cruzeiro do Sul*.

A *Junta dos Matemáticos*, incumbida por D. João II do estudo dos problemas náuticos, ocupou-se da determinação das latitudes no hemisfério sul, assunto que se tornou urgente resolver desde que em 1471 se ultrapassara o equador. Os nossos cosmógrafos formularam o modo de calcular a latitude em qualquer lugar da Terra por meio da altura meridiana do Sol. O conjunto de regras a que chegaram constituiu o *Regimento da altura do polo ao meio dia*, que Vasco da Gama aplicou na Angra de Santa Helena.

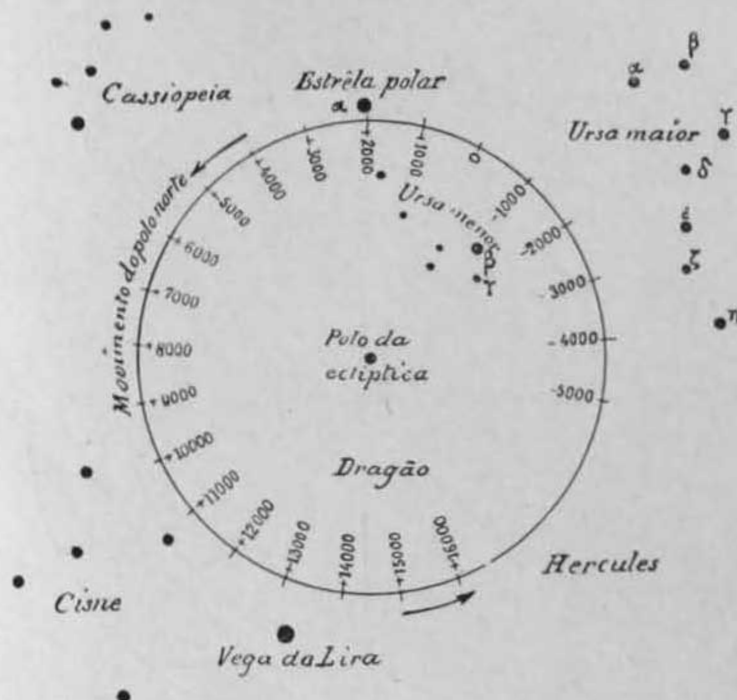
2. *Regimento da Estrêla do Norte*. — A Terra, durante o seu movimento de translação à volta do Sol, executa em tôrno do eixo 366 rotações e um quarto aproximadamente. O eixo não se conserva porém sempre paralelo a uma mesma recta; lentamente vai mudando de direcção no espaço, descrevendo um cone circular em tôrno duma perpendicular ao plano da eclíptica. Em virtude dêste movimento, chamado de *precessão dos equinócios*, o polo vai-se deslocando entre as estrêlas, cabendo, no decorrer dos séculos, o nome de Polar às estrêlas situadas ao longo do círculo descrito pelo polo.

A figura junta representa o movimento de precessão do polo norte, que se executa num período de 26000 anos, a que se chama *ano platónico*. Nela estão marcadas as posições do polo desde o ano de 5000, antes, até ao de 16000, depois de Cristo. Indicam-se com o sinal — os anos anteriores e com o sinal + os posteriores ao nascimento de Cristo. Os pontos do círculo percorrido pelo polo distam do centro, que é o polo da eclíptica[1], $23^{\circ}\,{}^{1}/_{2}$, número de gráus igual ao da inclinação da eclíptica sôbre o equador.

Se considerarmos as posições do polo a partir do ano de 3000 a. C. (— 3000), vemos que êle se vai afastando da Ursa maior e aproximando da Ursa menor pelo lado das estrêlas β e γ, chamadas as *Guardas* desta constelação. As estrêlas mais brilhantes da Ursa

[1] Como se sabe, chamam-se polos de qualquer círculo duma esfera as extremidades do diâmetro perpendicular a êste círculo. Os polos da eclíptica são os extremos do diâmetro da esfera celeste perpendicular ao plano da eclíptica. O zenite e o nadir são os polos do horizonte. Quando se diz simplesmente polo, sem mais designação, entende-se que se trata dum dos polos do equador, o polo norte ou o polo sul.

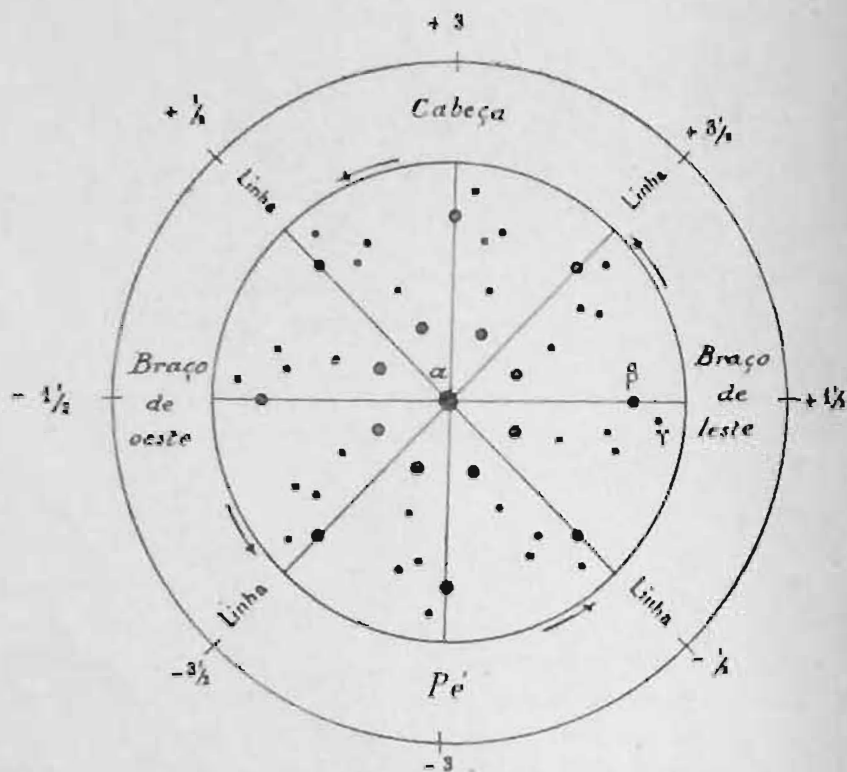
menor são a α e a β, de 2.ª grandeza, e a γ, de 3.ª; as outras são de 4.ª e 5.ª grandeza. À estrêla β, a mais brilhante das Guardas da Ursa menor, chamaram os nossos marinheiros *Guarda dianteira*, porque é a que vai adiante no movimento diurno e primeiro chega ao meridiano. No ano de 1000 a. C. (— 1000) o polo estava mais perto da β do que da α da Ursa menor; a Guarda dianteira foi a estrêla



polar dos Fenícios. No ano do nascimento de Cristo, o polo distava 11° ³/₄ da α da Ursa menor, aproximando-se depois sempre mais. No fim do século XV esta distância estava reduzida a 3° ¹/₂ e no fim do século XVI a menos de 3°. Hoje é de 1°10′ e irá deminuindo até ao ano de 2095, em que atingirá o valor mínimo de 26 minutos. Então o polo começará a afastar-se da actual Polar. No decurso dos séculos serão depois sucessivamente Estrêlas Polares a γ, e depois a β, do Ceféo, em seguida a α do Cisne, e no ano de 14000 caberá a vez à Vega da Lira. Uma importante mudança se vai assim operando no aspecto do Céu.

No último quartel do século XV, e durante parte do século XVI, tomaram-se 3° ¹/₂ para distância polar da Estrêla do Norte. Se houvesse uma estrêla precisamente no polo, bastava medir-se a sua altura acima do horizonte com qualquer instrumento, como o astrolábio, o quadrante ou a balestilha, para se ter a latitude do lugar da obser-

vação. Descrevendo porêm a Polar, no seu movimento diurno, um pequeno circulo de 3° ½ de raio em tôrno do polo, era preciso fazer-se na altura observada uma correcção maior ou menor, aditiva ou subtrativa, dependente da sua posição. Os nossos pilotos consideravam na Ursa menor o alinhamento das duas estrêlas mais brilhantes, a Polar e a Guarda dianteira, que era como um ponteiro, cujo movi-



mento seguiam, distinguindo oito direcções correspondentes às situações, verticais, horizontais e inclinadas a 45°, da linha αβ. A figura junta mostra estas oito posições da *Buzina*. Imaginava-se um homem em pé no polo olhando para nós, com os braços estendidos horizontalmente, o esquerdo para leste e o direito para oeste. Quando as Guardas iam na sua culminação, dizia-se que estavam na *Cabeça*; quando na passagem inferior pelo meridiano, estavam no *Pé*. As posições horizontais da linha αβ designavam-se por *Braço de leste* e *Braço de oeste*. As quatro posições intermédias, a 45°, chamava-se *Linhas*. Em tôrno da figura lêem-se os numeros da correcção a fazer à altura observada da Polar, em cada um dos oito casos, com os sinais + ou −, conforme se teem de somar ou subtrair, para se saber a altura do polo e portanto a latitute do lugar.

O *Regimento da Estrêla do Norte* que está junto ao *Tratado da spera do mūdo tirada de latim em lingoagē portugues*, existente na Biblioteca Pública de Évora, é assim redigido:

«*Regimēto da estrella do norte cō os sinaes das guardas pera quando quer q̄ tomares a altura da estrella do norte pera saberes quāto estas aredado da linea equinocial pera aparte do norte.*

Itē quando as guardas estam no braço de loeste esta a guarda dianteyra cō a estrela do norte leste & hoeste. E a estrela do norte esta acima do eyxo huū grao & meo.

¶ E quando as guardas estam na linea abayxo do braço do loeste. esta hūa guarda per outra leste e hoeste. E a estrella do norte esta acima do eyxo tres graos e meo.

¶ Quando as guardas estam no pee esta a guarda dianteyra com a estrella do norte: norte & sul. E a estrella do norte esta acima do eyxo tres graos.

¶ E quando as guardas estā na linea acima do pee esta hūa guarda per outra: norte & sul. E a estrella do norte estaa acima do eyxo meyo grao.

¶ E quando as guardas forem em cada huū dos sobreditos quatro rumos. E daltura que tomares tyraras os graos que a estrella esta acima do eyxo. E os outros que ficarem estaras aredado da linea equinocial pera a parte do norte.

¶ *Em estes outros quatro rumos a diante escriptos anda a estrella do norte a bayxo do eyxo. s.*

Quando as guardas estam no braço de leste: esta a guarda dianteyra com a estrella do norte leste & hoeste. E a estrella do norte estaa abayxo do eyxo huū grao & meo.

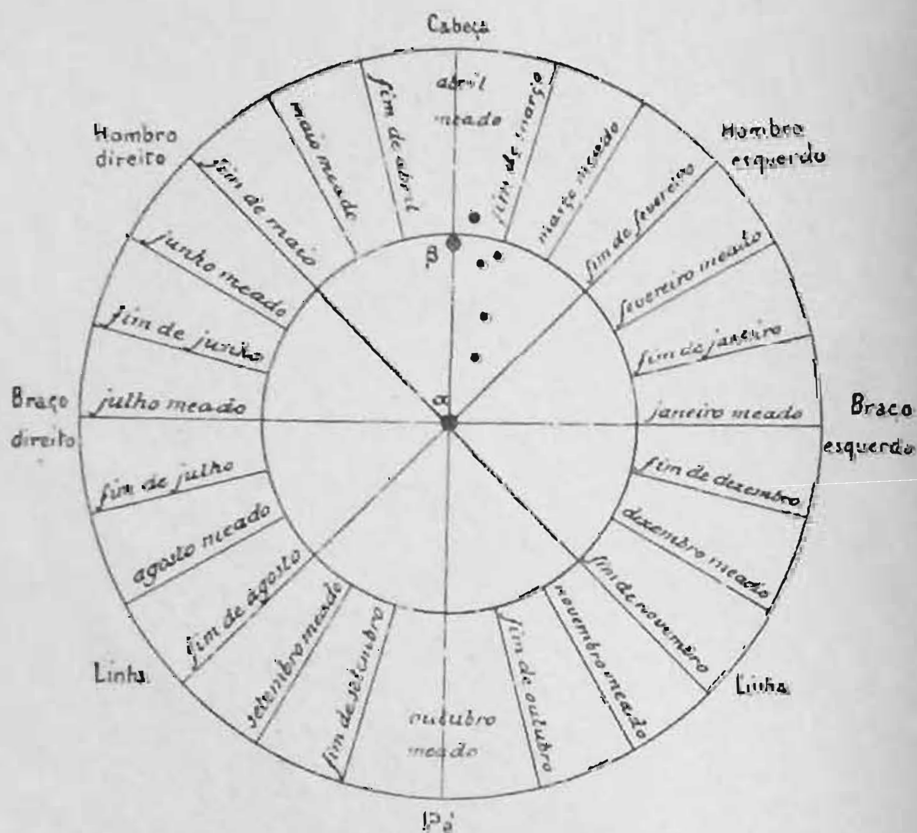
¶ E quando as guardas estam na linea acima do braço deleste esta huūa guarda per outra leste & hoeste. E a estrella do norte esta a bayxo do eyxo tres graos & meo.

¶ E quando as guardas estam na cabeça: esta a guarda dianteyra com a estrella do norte: norte & sul. E a estrella do norte esta abayxo do eyxo tres graos.

¶ E quando as guardas estam na linea abayxo da cabeça esta huūa guarda per outra norte & sul. E a estrella do norte estaa abayxo do eyxo meyo grao.

¶ E quando quer que as guardas forē acima escriptos em cada hū daq̄lles quatro rumos cō a a altura q̄ tomares da estrella. ajūtaras os graos q̄adita estrella esta abayxo do eyxo. E todo iūto: tāto estaras aredado da linea eq̄nocial pera aparte do norte».

A Ursa menor era também utilizada como relógio sideral, para se saberem as horas da noite. Considerando nos ângulos compreendidos pelas oito direcções, atrás mencionadas, mais três direcções intermédias, teremos ao todo 24 posições equidistantes, ocupadas sucessivamente pela constelação nas 24 horas do dia. O ângulo de duas posições sucessivas mede 15° (24 × 15° = 360°) e é percorrido



numa hora. Se numa noite sucede estar a Guarda dianteira na Cabeça quando é meia-noite, o mesmo não sucederá, como se sabe, na noite seguinte, por causa do movimento anual do sol para oriente na ecliptica. A linha $\alpha\beta$ vai estando cada vez mais inclinada para oeste à meia noite, nos dias sucessivos. Como o dia solar médio é maior que o dia sideral cêrca de 4 minutos, no fim de 15 dias haverá um desvio correspondente a uma hora ($15 \times 4^m = 60^m$), e portanto a Guarda dianteira marcará meia noite no primeiro rumo a seguir à *Cabeça* para oeste. E assim de 15 em 15 dias, de modo que no decorrer do ano irá marcando a meia noite nos 24 rumos seguidamente.

Na figura junta resumimos o *Regimento das horas da noite pela estrêla do norte*, que também se encontra junto ao *Tratado da spera*

do mũdo da Biblioteca Pública de Évora e que é explicado do seguinte modo:

«*Regimento pera se saber as horas da noyte pella estrella do norte & suas guardas. s. sabẽdo em cada mes as guardas em q̃ rumo fazẽ mea noyte. logo contares as horas antes da mea noyte: ou despoys sem errardes quasi nada. E os meses vam per ordẽ de quinze em quinze dias per todo ãno na maneyra seguinte*

Janeyro meado. mea noyte no braço ezquerdo
E em fim de janeyro hũa hora acima do braço.
¶ Feuereyro meado. mea noyte dous horas acima do braço.
E em fim de feuereyro: na linea do ombro ezquerdo.
¶ Março meado. mea noyte huũa hora em cima da linea.
E em fim de março: dous horas acima da linea.
¶ Abril meado. mea noyte na cabeça
E em fim de abril: huũa hora abaixo da cabeça.
¶ Mayo meado. mea noyte dous horas abaixo da cabeça.
E em fim de mayo: na linea do ombro direyto.
¶ Junho meado. mea noyte huũa hora abaixo da linea.
E em fim de junho: dous horas abaixo da linea
¶ Julho meado. mea noyte no braço direyto:
E em fim de julho: hũa hora abaixo do braço.
¶ Agosto meado. dous horas abaixo do braço.
E em fim de agosto na linea.
¶ Setẽbro meado. mea noyte hũa hora abaixo da linea.
E em fim de setembro: dous horas abaixo da linea.
¶ Octubro meado. mea noyte no pee.
E em fim de octubro: huũa hora acima do pee.
¶ Nouembro meado. mea noyte dous horas acima do pee.
E em fim de nouembro: na linea.
¶ Dezembro meado. mea noyte huũa hora acima da linea.
E em fim de dezembro: dous horas acima da linea».

Sabido o rumo em que a Guarda dianteira faz meia-noite, fácilmente se deduz a hora que nesse dia corresponde à sua passagem em qualquer outro rumo. Por isso se lhe chamou tambêm *Estrêla horologial*[1].

---

[1] «No capitulo passado chamamos à guarda dianteira estrella Horologial, porque ella anda sempre ao redor da estrella do Norte, como seta de relogio, mostrando que hora he». André de Avelar, *Reportório dos tempos*, Lisboa, 1590, fl. 87, *r*.

Quando o rei D. Duarte, entre os anos de 1428 e 1437, escreveu o *Leal Conselheiro*, tambem se ocupou desta contagem das horas pela Ursa menor. Assim no Capitulo LR, *Da taboa e declaraçom das cousas que adiante som scriptas*, diz:

«Decima, a maneira de conhecer a estrella do norte, e per ella suas guardas aa mea noite e manhãa, segundo per mym gram tempo ha foy devysado, e posto em scristo pera se de coor poder saber, como de feito em estes reynos o sabem tantos que nom penso que o assy geeralmente saibam em outra terra, posto que della venhom os rellogios dagulha que trazem as figuras nas cuberturas, per que se pode bem saber o tempo da mea noite sollamente; mes eu ordeney duas rodas, hũa da mea noite, e outra da manhãa, com seu regymento pera se de todo aver boo conhecimento. He cousa bem proveitosa e prazivel aos mais que a sabem, porque antes nom pensom que seja de tanto prazer como per speriencia muytas vezes o sentem, e pera os que a sabem teem ajuda pera seerem melhor regidos».

Vê-se que os relógios de sol, usados em Portugal no século XV, também auxiliavam a determinação das horas da noite, pois que nas coberturas tinham desenhada a roda dos rumos em que no decurso do ano a *Buzina* ia marcando a meia noite, gráfico semelhante ao da figura anterior. D. Duarte porêm divisou uma outra roda, onde marcava os rumos da Guarda dianteira ao amanhecer. No Capitulo C, *Da roda pera saberem as oras quantas som da manhaã, noite, ou despois*, explica como se hão de debuxar estas duas rodas concêntricas. No Capitulo CI, *Pera saber quantas oras som ante ou despois da mea noite, e quanto ante manhaã*, diz como, depois de observado o lugar da *estrella mayor das guardas da noite*, se sabe pela roda grande quantas horas hão de decorrer até ao amanhecer, pela roda pequena quantas passam ou faltam para a meia noite e, pela comparação das duas rodas, o intervalo da meia-noite ao amanhecer.

O próprio rei dá pois o exemplo de se ocupar com prazer de problemas astronómicos, tão importantes num país que seu irmão, o infante D. Henrique, impelia para as navegações. A Ursa menor era uma constelação preciosa; por ela se sabia a altura do lugar e as horas da noite. Compreende-se por isso o embaraço dos nossos marinheiros quando, avançando para o sul, a viram mergulhar no mar. Cadamosto, veneziano ao serviço do infante D. Henrique, descobrindo em 1456 as Ilhas de Cabo Verde, onde a Guarda dianteira já vinha passar junto do horizonte, reconheceu a necessidade de procurar novo guia nas constelações do hemisfério austral.

Nas viagens de circumnavegação da Africa os olhos dos mareantes seguiam com interesse o abaixamento sucessivo do polo norte, o mergulhar das Ursas, cada vez mais profundo, nas águas do mar e o seu final desaparecimento no hemisfério sul. Camões, que fez a volta da África e em tantas noites, passadas através do mar, contemplou atento e enlevado o espectáculo do céu estrelado, não deixa de registar nos *Lusíadas* êste momento da viagem em que as duas Ursas descem abaixo do horizonte, facto pela primeira vez observado de bordo das naus portuguesas:

Assi passando aquellas regiões
Por onde duas vezes passa Apolo,
Dous inuernos fazendo & dous verões,
Emquanto corre dhum ao outro Polo:
Por calmas, por tormentas e oppressões
Que sempre faz no mar o yrado Eolo,
Vimos as Vrsas a pesar de Juno
Banharemse nas agoas de Neptuno. (V, 15).

Ovídio conta nas *Metamorphoses* (liv. II) que Júpiter, enamorado de Calisto, ninfa do séquito de Diana, tomara, para a seduzir, a forma desta deusa. Assim foi gerado Arcade. Juno, ciosa da honra conjugal, para que os encantos de Calisto não continuassem a atraír o esposo, transformou a ninfa numa ursa. Arcade, andando um dia à caça no bosque, vê a ursa com os olhos fixos nele e, não sabendo que era a sua própria mãe, prepára-se para lhe desfechar o dardo mortífero. Júpiter intervêm a tempo de evitar o matricídio. Um vento repentino leva-os através do espaço, atirando-os para o céu, onde ficaram formando duas constelações vizinhas. Calislo é a Ursa maior e por isso Camões chama ao Polo norte Polo de Calisto, como na descrição da América, em X, 139:

Vedes a grande terra, que contina
Vay de Calisto ao seu contrario polo.

Juno porêm indignada por vêr a sua rival brilhar no céu, desceu ao mar para pedir a Tétis, sua ama de leite, e ao velho Oceano que não permitissem que nas suas águas se banhassem os astros colocados no firmamento em prémio do adultério com que fôra ofendida:

At uos si laesae tangit contemptus alumnae,
Gurgite caeruleo septem prohibete triones,
Sideraque in caelo, stupri mercede, recepta,
Pellite, ne puro tinguatur in aequore pellex [1].
(*Met*, II, 528).

---

[1] Se a injúria feita à vossa filha ofendida vos atinge, afastai do azulado pego os Sete Triões, e expulsai as estrêlas recebidas no céu em paga do adultério, para que a concubina se não banhe nas vossas puras águas.

Septem triones, donde deriva a palavra Septentrião, era nome latino das Ursas, mais especialmente da Ursa maior. Para Ovidio esta constelação era circumpolar. Na *Odissea* há também referências à Ursa maior como constelação que nunca se banha nas águas do mar, e com efeito assim sucedia na Grécia e na Ásia Menor, nos tempos homéricos. Hoje porêm já assim não sucede, em virtude do movimento de *precessão*; na latitude de 40° já a estrêla η vem tocar no horizonte. Junto damos uma tabela [1] com as distâncias polares das sete estrêlas principais da Ursa maior e das α e β da Ursa menor, desde o ano de 2000 antes de Cristo, até ao de 1900 depois. As estrêlas de cada constelação estão pela ordem das suas actuais distâncias ao polo.

Ano	Distância polar das estrêlas								
	Ursae majoris							*Ursae minoris*	
	α	δ	β	ε	ζ	γ	η	α	β
— 2000	17°,52	15°,01	21°,68	13°,57	13°,54	19°,45	18°,96	22°,44	7°,97
— 1500	16 ,78	15 ,98	21 ,39	15 ,42	15 ,93	20 ,23	21 ,64	19 ,85	6 ,86
— 1000	16 ,78	17 ,58	21 ,75	17 ,70	18 ,57	21 ,61	24 ,41	17 ,20	6 ,53
— 500	17 ,53	19 ,68	22 ,74	20 ,25	21 ,31	23 ,48	27 ,22	14 ,50	7 ,07
0	18 ,92	22 ,08	24 ,28	22 ,95	24 ,12	25 ,70	30 ,03	11 ,76	8 ,29
+ 500	20 ,83	24 ,69	26 ,23	25 ,72	26 ,93	28 ,16	32 ,80	9 ,00	9 ,94
+ 1000	23 ,09	27 ,40	28 ,50	28 ,53	29 ,72	30 ,80	35 ,52	6 ,22	11 ,81
+ 1100	23 ,58	27 ,96	28 ,98	29 ,08	30 ,27	31 ,34	36 ,05	5 ,66	12 ,20
+ 1200	24 ,07	28 ,51	29 ,47	29 ,64	30 ,81	31 ,89	36 ,58	5 ,10	12 ,60
+ 1300	24 ,57	29 ,07	29 ,97	30 ,19	31 ,36	32 ,44	37 ,11	4 ,54	13 ,00
+ 1400	25 ,08	29 ,62	30 ,47	30 ,75	31 ,90	32 ,99	37 ,63	3 ,98	13 ,40
+ 1500	25 ,60	30 ,18	30 ,98	31 ,30	32 ,44	33 ,54	38 ,45	3 ,42	13 ,80
+ 1600	26 ,12	30 ,73	31 ,50	31 ,85	32 ,97	34 ,09	38 ,67	2 ,86	14 ,21
+ 1700	26 ,64	31 ,29	32 ,03	32 ,40	33 ,50	34 ,64	39 ,18	2 ,31	14 ,62
+ 1800	27 ,17	31 ,85	32 ,56	32 ,95	34 ,02	35 ,19	39 ,69	1 ,76	15 ,03
+ 1900	27 ,71	32 ,41	33 ,08	33 ,50	34 ,55	35 ,75	40 ,19	1 ,23	15 ,44

Assim vê-se que no ano de 1000 antes de Cristo, a Ursa maior só deixava de ser circumpolar numa latitute boreal de 24°; no começo da

[1] Os números desta tabela são extraídos de P. Neugebauer, *Sterntafeln von 4000 vor Chr. bis zur Gegenwart, zum Gebrauch für Historiker, Philologen und Astronomen*, Leipzig, 1912.

era cristã, em que vivia Ovídio, já deixava de o ser a 30° de latitude norte. No ano de 1500 a estrêla η vinha tocar no horizonte na altura de 38°. Quando pois a armada de Vasco da Gama saíu do Tejo e navegou um gráu para o sul, a η da Ursa maior mergulhava no mar e sucessivamente depois a γ, ζ, ε, β, δ, até que em 25° de latitude a α e, com ela, toda a constelação desaparecia na sua passagem inferior pelo meridiano. A Ursa menor já tocava no horizonte, perdendo a γ, quando os navegantes estavam na Ilha de Santiago de Cabo Verde, em 15° de latitude; e depois que se fizeram ao mar e avançaram mais um gráu, também a Guarda dianteira desaparecia no horizonte com a outra Guarda. A Ursa menor perdia então estas duas estrêlas quando vinham na passagem inferior. Nesta posição não podia já observar-se o rumo da constelação, assim truncada, e o *Regimento da estrêla do norte* deixava de ter completa aplicação. Os navegantes sentiam que um guia precioso começava a faltar-lhes quando viam ambas

as Vrsas a pesar de Juno
Banharem se nas agoas de Neptuno.

Ao atravessar o equador todos os astros tinham ocaso e nascimento. Na latitude de 4° ao sul, o polo norte estava outros tantos gráus abaixo do horizonte e a Polar, descrevendo em tôrno dêle um pequeno círculo de 3° ½, deixava de ser visível. A Estrêla do Norte desaparecia inteiramente e o mesmo sucedia a toda a constelação da Ursa menor em 17° de latitude austral. Então nenhuma estrêla desta constelação podia vir acima do horizonte. Continuando a navegar para o sul, por sua vez desapareciam as estrêlas da Ursa maior. Em 26° de latitude a α descrevia todo o seu círculo diurno abaixo do horizonte. Depois deixavam de ser visíveis sucessivamente a δ, β, ε, ζ, que já não subiam acima do horizonte, quando desembarcaram na Angra de Santa Helena. Na altura de 34°, no Cabo de Boa Esperança, também a γ desaparecia. Restava apenas a η. No Cabo das Agulhas, a 35° gráus de latitude, contando mesmo com o efeito da refracção, não chegava esta a elevar-se 4° acima do horizonte. Na parte mais austral da África não se via pois senão uma estrêla da Ursa maior e isso só na primavera, quando a sua culminação tinha lugar de noite, erguendo-se então áquela pequena altura. Podia pois muito bem o poeta dizer que a constelação da Ursa maior era desconhecida dos moradores derradeiros austrais da África, como em VIII, 72:

Crescendo cos sucessos bons primeyros
No peyto as ousadias, descobriram
Pouco & pouco caminhos estrangeyros,
Que hũs, succedendo aos outros, proseguiram;

De Affrica os moradores derradeyros
Austrais, que nunca as sete flammas viram,
Foram vistos de nos, atras deyxando
Quantos estam os Tropicos queymando.

A expressão *sete flamas* de Camões corresponde a *septem triones* e designa as sete estrêlas de 2.ª grandeza da Ursa maior, brilhantes no céu como sete clarões. O poeta refere-se muito precisamente a esta esplêndida constelação e não à Ursa menor, cuja invisibilidade não era característica do extremo sul do continente africano, pois tinha já lugar 7 gráus ao norte do trópico de Capricórnio.

Alguns comentadores entendem que a expressão *sete flamas* é empregada em vez de *Sete-estrêlo*. Mas *Sete-estrêlo* é o nome popular da constelação das Plêiades e só dela. O poeta não se refere a êste asterismo, que está situado no pescoço do Touro e é portanto zodiacal. As Plêiades são visíveis em todo o continente africano e só deixam de o ser depois de 67° de latitude sul, na zona glacial antártica. Nem o poeta contava *sete flamas* numa constelação onde um ôlho normal não distingue senão seis estrêlas, apezar do seu nome de sete-estrêlo:

Quae septem dici, sex tamen esse solent,

como diz Ovídio nos *Fastos*. As Plêiades são claramente indicadas na linda trova popular

Sete-estrêlo, vae em pino
E o cajado vae virando;
As ovelhinhas de Deus,
A volta que vão levando[1].

O *cajado* é formado pelas três estrêlas do boldrié do *ensífero Orionte*, como Camões lhe chama em VI, 85, que teem também por nome *Os tres reis magos*. Quando as Plêiades vão em pino, isto é, na sua culminação, o Cajado passa pela posição vertical, vai virando. O autor anónimo de tão formosa quadra, que tantas vezes se enlevou na contemplação da volta que vão levando as *ovelhinhas de Deus*, sabia bem que o nome de *Sete-estrêlo* se não aplica a constelação alguma senão às Plêiades.

Também Camões chama às estrêlas *luzente gado* no final da Égloga VII:

Então Phebo nas águas se encerrou
Co'os animaes que o mundo allumiavão;
E co'o luzente gado appareceo
A candida pastora por o Ceo.

---

[1] João de Deus, *Prosas*, coordenadas por Teófilo Braga, Lisboa, 1898, pág. 32.

Nos *Lusíadas* temos uma imagem semelhante em II, 105:

Em quanto *apacentar* o largo Polo,
As Estrellas, & o Sol der lume ao Mundo,
Onde quer que eu viuer, com fama & gloria
Viuirão teus louuores em memoria.

Camões usa aqui, como é sabido, uma linguagem análoga à que Vergílio põe na bôca de Eneias, agradecendo o acolhimento de Dido:

In freta dum fluuii current, dum montibus umbrae
Lustrabunt conuexa, *polus dum sidera pascet:*
Semper honos, nomenque tuum, laudesque manebunt;
Quae me cumque uocant terrae [1].

(*Eneida*, I, 607-610).

A conceção porêm das estrêlas movendo-se no azul do céu, qual rebanho pastando ao longo da campina, é em Lucrécio uma das teorias físicas explicativas do movimento diurno, como se vê na seguinte passagem, que nos é indicada pelo sr. Dr. José Maria Rodrigues:

Motibus astrorum nunc quae sit causa canamus.
. . . .
. . . . . . ; sive ipsei serpere possunt,
Quo quoiusque cibus uocat atque inuitat eunteis,
Flammea per caelum pascenteis corpora passim [2].

(*De rerum natura* V, 510-526).

Os astros movem-se solicitados pelas partículas de fogo disseminadas no éter, que são o alimento de que precisam para brilharem eternamente. As estrêlas dão cada dia a volta da campina celeste, como ovelhas que vão em busca do pasto quotidiano.

3. *O astrolábio náutico.* — O melhor processo para resolver o problema náutico da determinação da latitude era o que emanara da Junta dos Matemáticos de D. João II, pela altura do sol, e o melhor instrumento era o astrolábio. Assim o diz Mestre João, físico e ci-

---

[1] Enquanto os rios correrem para o mar, enquanto as sombras seguirem as curvaturas dos montes, enquanto o polo (i. é, o céu) der pasto aos astros, permanecerá sempre (em mim) a tua honra, o teu nome e os teus louvores, quaisquer que sejam as terras que me chamem.

[2] Cantemos agora, qual seja a causa dos movimentos dos astros. . . . . . ; ou eles podem então deslisar onde o sustento de cada um o chama e convida a ir, pascendo aqui e ali pelo céu os flâmeos corpos.

rurgião de D. Manuel, que foi como piloto na expedição de Álvares Cabral em 1500, na carta que escreveu ao rei, de Vera Cruz:

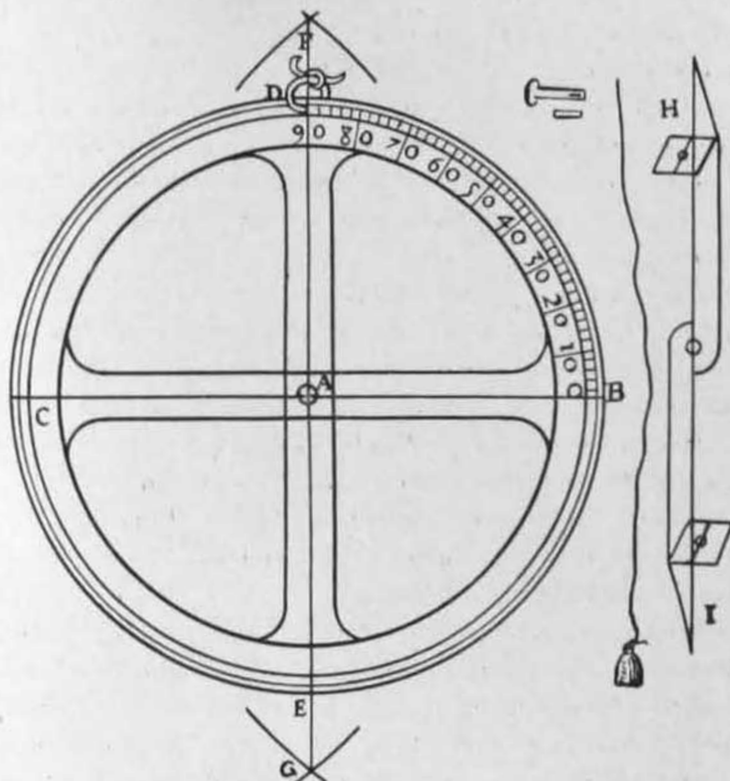
«... Fecha en uera crus a primero de maio de 500. pera la mar mejor es regyrse por el altura del sol que non por ninguna estrella e mejor con estrolabio que non con quadrante nin con otro ningud estrumento. do criado de vosa alteza e voso leal servidor. Johannes. artium et medicine bachalarius»[1].

No *Çompendio del arte de nauegar* del licenciado Rodrigo Çamorano, Seuilha, 1591, de que existe um exemplar na Biblioteca da Universidade de Coimbra, lê-se, a fls. 13 e 14, o processo de construção dum astrolábio. Traduzimos o mais literalmente possível. Assim ficamos sabendo como eram fabricados os astrolábios de madeira e de latão, que iam nas naus de Vasco da Gama.

«O astrolabio faz-se desta maneira. No meio de uma tábua redonda que seja de metal ou madeira, e por todas as partes egual, e da grossura de um dedo, se tomará um ponto *A*, no qual se porá uma ponta do compasso, traçando-se com a outra um circulo, o maior que poder receber a dita tábua. E dentro deste circulo se traçarão outros dois de modo que o segundo diste do primeiro o tamanho de um grão de trigo, e o terceiro diste do segundo o dobro do que o segundo dista do primeiro. E ajustada a régua sobre o centro *A*, trace-se a linha *BAC* que corte em duas partes eguaes cada um dos tres circulos. E posta uma das pontas do compasso, aberto segundo a linha *BC*, no ponto *C* onde o circulo maior é cortado pela linha *BC*, com a outra ponta traçar-se-ha acima do ponto *D* um arco de circulo, e outro abaixo de *E*. E pondo o compasso assim aberto no ponto *B*, tracem-se outros dois arcos de circulo que cortem os primeiros em *F*, *G* e, ajustada a régua em *FG*, tire-se a linha *DE*, a qual há de passar pelo centro *A*. Divida-se agora o quadrante *DB* em tres partes eguaes: e cada uma destas em outras tres e cada qual destas 9 em duas, e cada uma destas 18 em cinco: ficará o dito quadrante partido em noventa partes eguaes ou grãos, aos quaes se porão seus números de cinco em cinco entre o segundo circulo e o terceiro, começando desde *B* e acabando com 90 no ponto *D*. Faça-se agora um furo no ponto *D* da linha *DE*, pelo qual se passará um anel ou uma fita resistente, a que se dará uma laçada por onde caiba um dedo. Sus-

[1] Joaquim Bensaúde, *L'astronomie nautique au Portugal à l'époque des grandes découvertes*, Berne, 1912, pág. 254.

penso o astrolábio, pelo mesmo furo se passará um fio delgado com um pêso que venha pendurar-se abaixo de todo o astrolábio. Se, estando suspenso e quieto o astrolábio, o fio caír justamente sobre a linha *DE*, estará bem nivelado o instrumento. Senão, do dorso do astrolábio, de aquelle lado sobre que caír o fio, se irá desbastando até que o fio cáia sobre a dita linha. Depois numa régua feita da mesma



matéria, que tenha de largo dedo e meio, se tirará uma recta *HI* no sentido do seu comprimento e pelo meio da sua largura, à qual régua se dará a forma que na figura se vê, gastando-a numa das suas metades até ao meio da largura, de modo que fique inteira a linha *HI*, e o mesmo também se gastará na outra metade até ao meio da sua largura mas do lado contrário, ficando também inteira nesta parte a linha *HI*. E cerca das extremidades se porão duas taboinhas quadradas da largura da régua pelo meio, levantadas perpendicularmente e de meio a meio sobre a linha *HI*, no centro das quaes se farão dois pequenos orificios, de modo que cada um delles fique em direitura sobre a linha *HI* e a egual distancia da sobreface da régua. Esta régua, por um furo feito no meio della, será fixada sobre o dito astrolábio noutro furo, nelle feito, do mesmo tamanho do da régua, no centro *A*, com uma cavilha que se apertará com uma chaveta, como se vê na figura».

O astrolábio usado pelos nossos navegadores era pois um instrumento simples. Constava apenas de duas partes: um círculo graduado, a que chamavam a *roda do astrolábio*, e uma alidade de pínulas, móvel em tôrno do centro da roda, que era a *medeclina*[1]. Suspenso o astrolábio pelo anel ou laçada, o diâmetro correspondente ao zero da graduação ficava horizontal. O número de gráus, marcado pela medeclina, dava a inclinação sôbre o horizonte da linha de enfiamento dos dois orifícios das pinulas.

Se o instrumento era de pequenas dimensões, suspendia-se duma das mãos. Querendo tomar a altura duma estrêla, erguia-se o braço com o instrumento até ficar o ôlho junto do extremo inferior da medeclina que se movia até se vêr a estrêla através dos orifícios de ambas as pinulas. A medeclina marcava então na graduação a altura do astro acima do horizonte.

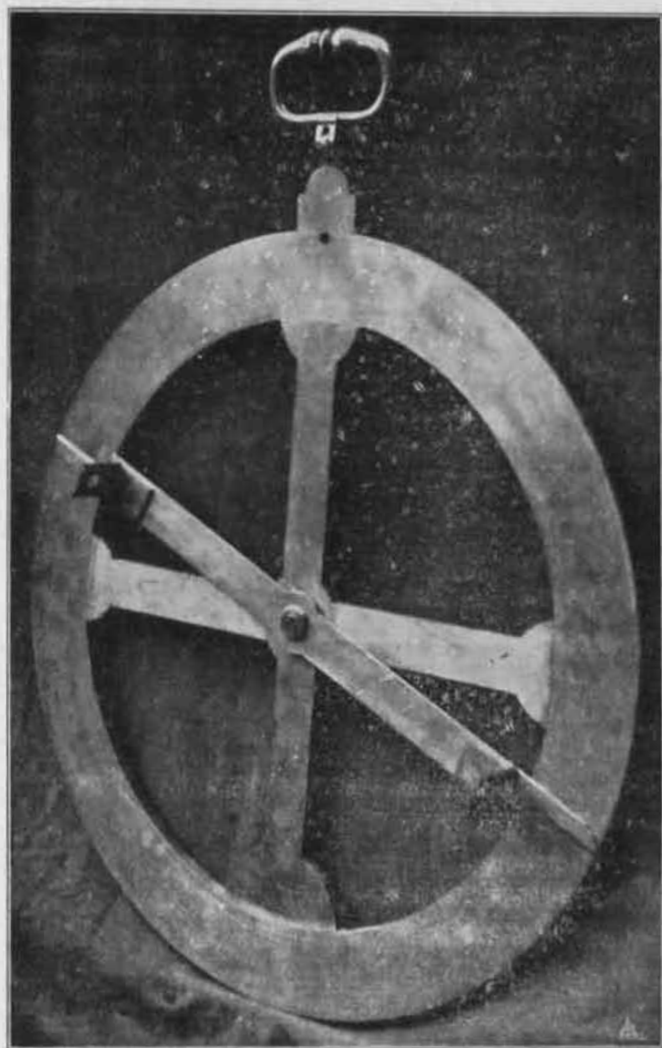
Para tomar a altura do sol seguia-se, porêm, um método completamente diferente. Não se olhava para o sol através dos buracos da medeclina. Suspenso o instrumento duma das mãos, estendia-se o braço para a frente, colocando-se o observador de modo a orientar a roda no plano vertical do sol. Tendo assim em frente o astrolábio, dirigia-se a medeclina com a outra mão, de modo que a sombra da pinula mais alta viesse cobrir a pinula de baixo. Então um raio de luz solar passava através dos orifícios das pinulas. A leitura do limbo dava a altura do sol nesse momento.

Se o instrumento, de madeira ou latão, era de grandes dimensões, suspendia-se, por uma corda, de três páus juntos pela parte superior à maneira de cábrea. A observação fazia-se do mesmo modo. Na figura junta damos a fotografia dum dêstes grandes instrumentos. É um astrolábio náutico de latão, existente no Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra. Tem meio metro de diâmetro, um centímetro de espessura e dez quilos de pêso. É um instrumento já bastante aperfeiçoado, cuja construção deve ser da segunda metade

---

[1] Adoptamos esta nomenclatura com a autoridade de D. João de Castro, que no *Roteiro de Lisboa a Goa*, Lisboa, 1882, pág. 365, diz: «... e quando se representar que sobio o sol depois de me demorar á quarta do sudueste, como já tenho ditto, acharey que não posso ter o Rosto pera a parte onde então estiuer o sol, nem menos a *Roda do estarlabeo*, pera que o Rayo entre pellos buracos da *medeclina*, mas forçadamente me ha de ficar o sol no lado direito e nas costas do estarlabeo, pera que o Rayo entre pellos buracos da *medeclina*, o que em todo o outro tempo não acontece, mas de necessidade avemos de ter o Rosto e a circunferencia ou *Roda* do estarlabeo dereitamente ao sol». Pedro Nunes no *Tratado da Sphera* chama à alidade *mediclinio*, do latim *mediclinium*. Na prática a palavra tomou a forma feminina.

do século XVII. Era destinado apenas a observações de altura do sol. As pínulas não são já como as dos primitivos astrolábios. A pínula, que devia ficar para cima, tem no buraco encastrada uma lente. A pínula baixa não é furada; há nela dois traços em cujo cruzamento devia vir formar-se a imagem do sol, dada pela lente, quando para êle se dirigia a medeclina.



ASTROLÁBIO NÁUTICO,

existente no Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra, tendo meio metro de diâmetro, um centímetro de espessura e dez quilos de pêso.

4. *A pesagem do sol.* — O método, que descrevemos para as observações solares, tem a vantagem de dar a altura do sol ao meio dia verdadeiro, isto é, na sua passagem pelo meridiano, sem emprêgo

de relógio. O observador, tendo o astrolábio suspenso diante de si antes da passagem do sol no meridiano e a medeclina dirigida de modo que a sombra da pinula alta cubra sempre a pinula baixa, passando pelos dois orifícios a luz solar, vai vendo a extremidade superior da medeclina subir constantemente, marcando um ângulo sempre maior na graduação; conserva-se depois estacionária, para baixar em seguida quando o sol já desce do outro lado do meridiano. A altura correspondente à posição em que a medeclina estaciona durante algum tempo é a máxima altura atingida pelo sol e portanto a altura dêste astro na sua culminação, isto é, ao meio dia verdadeiro. O astrolábio dá pois, por si só, a altura meridiana do sol, com a qual se fazia a conta da latitude.

Êste processo, tão simples como engenhoso, parece ter sido de difícil compreensão para os nossos pilotos, que entendiam que, para terem a altura do sol ao meio dia, deviam tomar no astrolábio a altura do sol quando os seus relógios de sol marcavam meio dia e teimavam nesta prática. É o que diz D. João de Castro, quando conta no *Roteiro de Lisboa a Goa*[1] (págs. 181 a 184) esta curiosa scena, passada a bordo da nau *Grifo*, em 2 de junho de 1538:

«... a oras de meo dia tomamos o sol, e estando cada hum vereficando a sua altura, disse ho Piloto que já decia; logo sem maes considerar o crêrão todos, e hindosse com o sol que a tal tempo achárão em seus estarlabeos, fiquei eu e o doctor e o Calafate, que sabíamos o contrairo, e oulhando o sol que leuaũo nos estarlabeos, achei que o Piloto tomara do sol ao orizonte 43 graos, e o mestre maes $\frac{1}{2}$, hum marinheiro 42 $\frac{1}{2}$, e outro 43; eu tinha a este tempo tomado 43 $\frac{1}{2}$, e o calafate 42 $\frac{2}{3}$: ora ficando eu assi, *juro* que dahi a hũa ora me foi sobindo o sol até se pôr em altura de 44 graos, o que sentindo o calafate em seu estarlabeo, começou a dizer que o sol lhe tinha sobido até maes de 44 graos, pello que tornando os dous marinheiros a tomar o sol, achárão daltura 44 graos; o doctor a este tempo se foi ao mestre e lhe fez tornar a tomar o sol, e achou os mesmos 44 graos, o que vendo o Piloto, o tornou a tomar outra vez, e achou os mesmos 44 graos folgados: a causa de tamanho erro vem de *os Pilotos e homens do mar crerem que tomão o sol na maior altura, quando os seus Relogios lhe fazem meo dia*, e com os graos que ao tal tempo acham, se erguem e vão fazer sua conta, não considerando como os Relogios

[1] *Roteiro de Lisboa a Goa* por D. João de Castro, anotado por João de Andrade Corvo, Lisboa, 1882.

por onde se regem são feitos em differentes Regiões, e cada hum serue á leuação do pollo do lugar donde he feito, o que oje muy conhecidamente se mostrou ao meo dia; porque, vereficando as oras por quatro Relogios, achei que dous delles me fazião meo dia, e o terceiro 11 oras $\frac{1}{2}$, e o quarto 11 oras $\frac{1}{3}$: alem disto faz mintir muitas vezes muito os taes Relogios o variar de suas agulhas, porque, como quer que são ceuadas com differentes pedras, e os mesmos ferrinhos seião mais aceiros huns que outros, faz que variem ou nordesteem huns muy differente dos outros, e daquy vem mostrarem o lugar de meo dia com tanta falsidade».

Vê-se que, além de D. João de Castro, discípulo de Pedro Nunes, só o médico e o calafate sabiam que não era necessário relógio para se ter a altura meridiana do sol; o piloto, porêm, o mestre e os marinheiros não se convenciam disso, obrigando o honrado D. João de Castro a *jurar* que durante uma hora lhe fôra subindo o sol mais meio gráu. Andrade Corvo, que anotou o *Roteiro de Lisboa a Goa,* pensava como estes, pois que numa nota (pág. 42) diz:

«Para a determinação da altura do sol pelo astrolabio e uso das taboas de declinação, era preciso fazer a observação com o astrolabio ao meio dia exacto: e era facil prever os contratempos que cada dia podiam surgir, e tornar difficil senão impossivel a observação; alem da difficuldade de determinar a maxima altura do sol sobre o horisonte, *pela difficuldade de ter a hora verdadeira*».

O contratempo que podia sobrevir era encobrir-se o sol ao meio dia. A dificuldade de ter a hora verdadeira não existia, porque esta não era necessária.

A êste processo de determinar a altura do sol ao meio dia pelo emprêgo puro e simples do astrolábio, seguindo, como a fiel de balança, o movimento da medeclina, quando o sol se aproximava do meridiano, até que ela se tornava algum tempo estacionária, indicando assim a altura máxima, chamaram os nossos marinheiros *pesar o sol.*

5. *Regimento da altura do polo ao meio dia.* — Sabida pelo astrolábio a altura do sol sôbre o horizonte, teremos a sua distância ao zenite, tomando a diferença para 90°. Assim se a altura lida no astrolábio é $76°\frac{1}{3}$, a distância zenital do sol será $13°\frac{2}{3}$. Quando a observação se faz no dia do equinócio da primavera ou do outono, o sol está no equador e portanto a distância zenital do sol na sua culminação dá imediatamente a distância do zenite ao equador, isto é, a latitude do lugar. Nos outros dias a passagem meridiana do sol tem lugar ao norte ou ao sul do equador, a uma distância igual à sua declinação, e é preciso combinar, por soma ou diferença, a distância zenital do

sol, dada pelo astrolábio, com a sua declinação nesse dia, procurada nas tábuas, para se obter a latitude. Neste cálculo é também importante saber se o sol passa ao norte ou ao sul do zenite, o que se conhece pelo sentido em que correm as sombras ao meio dia. O próprio astrolábio mostra para que lado vão as sombras, pois que tendo-se de dirigir a medeclina de modo que a sombra da pínula alta cubra a pínula baixa, basta reparar para que lado fica esta última. Se a pínula inferior fica para o lado do sul, as sombras correm ao sul, o sol passa portanto ao norte do zenite; se fica para norte, as sombras correm para êste lado, e o sol passa no meridiano ao sul do zenite.

Para facilitar a conta da altura do polo, acabaram os astrolábios portugueses por ter a graduação em sentido inverso do que atrás ficou indicado. O zero mudou para a parte superior, na direcção do zenite, e daí vinha correndo a graduação até 90°, num extremo do diâmetro horizontal. A leitura do instrumento dava imediatamente a distância zenital do sol. Por isso no *Compendio del arte de nauegar* de Rodrigo Çamorano, já citado, há um capítulo intitulado: *Otra manera de hazer la cuenta al sol, como la usan en Portugal* (fl. 28).

O conjunto de regras para o cálculo da latitute constituia o *Regimento da altura do polo*, que se encontrava a bordo dos navios juntamente com as taboadas da declinação do sol e sua posição nos signos do zodiaco para cada dia. Transcrevemos êste regimento como se lê no *Tratado em defensam da carta de marear*, que acompanha o *Tratado da sphera* de Pedro Nunes. Preferimo-lo pela sua forma breve e clara. Juntamos algumas figuras elucidativas dos diferentes casos. HH' é o horizonte; EE' o equador; P_n e P_s os polos, norte e sul; Z o zenite. A seta indica o sentido das sombras e o sol é representado pelo símbolo usual ☉. Pedro Nunes redige da seguinte forma o

Regimento da altura do polo ao meo dia.

«Se o sol tem declinação pera o norte & as sombras vão pera o norte: saberemos pello estrelabio ao meo dia q̃ he na mayor altura: quantos graos ha de nos ao sol[1]: & acrecẽtaremos a declinação daquelle dia: & o que somar sera o q̃ estamos apartados da linha equinocial pera o norte ($\widehat{EZ} = \widehat{E\odot} + \widehat{\odot Z}$, fig. 1).

---

[1] Isto é, do nosso zenite ao sol.

Mas se ho sol tem declinação pera o norte & as sombras vão pera o sul: saberemos pello estrelabio quanto ha de nos ao sol: & pello regimento a declinação: & se forem iguaes estaremos na equinocial. E se forem desiguaes: tiraremos o menor numero do mayor porq̃ o q̃ ficar isso estaremos apartados da equinocial: & sera pera o norte se a declinação era mayor ($\widehat{E\odot} > \widehat{Z\odot}$, $\widehat{EZ} = \widehat{E\odot} - \widehat{Z\odot}$, fig. 2): & sera

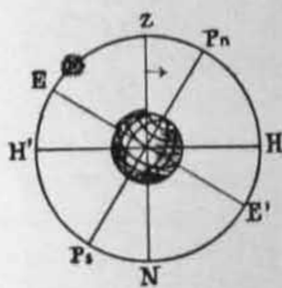


Fig. 1

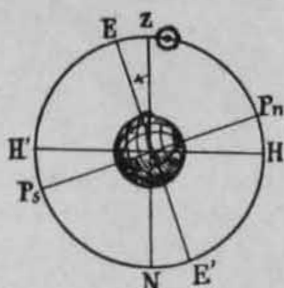


Fig. 2

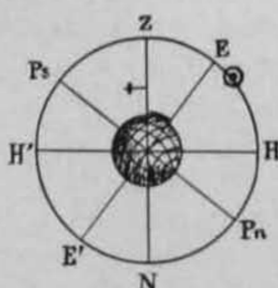


Fig. 3

pera o sul se a declinação era menor ($\widehat{E\odot} < \widehat{Z\odot}$, $\widehat{EZ} = \widehat{\odot Z} - \widehat{E\odot}$, fig. 3).

A mesma regra nos serue tendo ho sol declinação pera o sul porq̃ se as sombras vão pera o sul ajuntaremos o q̃ ha de nos ao sol cõ a declinação: e o q̃ somar isso estaremos apartados da equinocial pera o sul ($\widehat{EZ} = \widehat{E\odot} + \widehat{\odot Z}$, fig. 4).

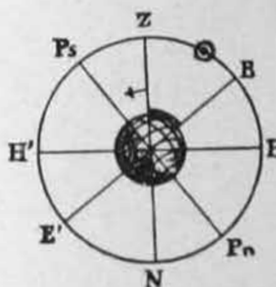


Fig. 4

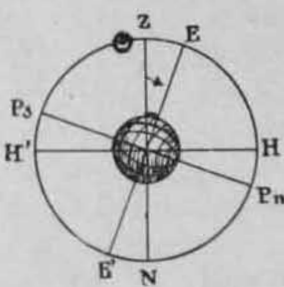


Fig. 5

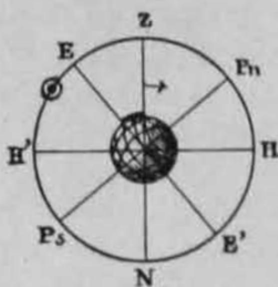


Fig. 6

Mas se o sol tem declinação pera o sul: & as sombras vão ao norte se o q̃ ha de nos ao sol for igual a declinação estaremos na equinocial. E se forem desiguaes tiraremos o menor numero do mayor: & o que ficar: sera o que ao tal tempo estaremos apartados da equinocial: & sera pera o sul se a declinação for mayor ($\widehat{E\odot} > \widehat{Z\odot}$, $\widehat{EZ} = \widehat{E\odot} - \widehat{Z\odot}$, fig. 5): & sera pera o norte se a declinação for menor ($\widehat{E\odot} < \widehat{Z\odot}$, $\widehat{EZ} = \widehat{\odot Z} - \widehat{E\odot}$, fig. 6).

E quando não ouuer declinação: ho que ouuer de nos ao sol isso

estaremos apartados da equinocial: & sera pera onde forem as sombras.

E em todo tẽpo que o sol pello estrelabio esteuer em nouẽta graos: o que elle teuer de declinação: isso mesmo estaremos apartados da equinocial & pera a mesma parte».

O livro mais antigo que se conhece contendo as regras para o cálculo da latitude pela altura meridiana do sol, devidas à Junta dos Matemáticos de D. João II, existe na Biblioteca de Munich. Consta do *Regimento dó estrolabio & do quadrante pera saber ha declinaçam & ho logar dò soll em cada huũm dia & asy pera saber ha estrella do norte*, seguido do *Tractado da Spera do mundo tyrada de latim em linguoagem*, que é a primeira tradução portuguesa conhecida da *Sphera* de Sacrobosco. Êste livro é objecto do notável trabalho do sr. Joaquim Bensaúde, *L'astronomie nautique au Portugal à l'époque des grandes découvertes*, que lança uma luz nova sôbre os estudos astronómicos feitos em Portugal para acompanhar o desenvolvimento das navegações de descoberta, dando-lhes uma direcção scientífica. No *Regimento* de Munich as regras correspondentes aos diferentes casos de posição do sol e do sentido das sombras, minuciosamente explicadas e aplicadas a exemplos, são seguidas dum calendário com a posição do sol nos signos e a sua declinação para todos os dias do ano. Devido à amabilidade do sr. Joaquim Bensaúde, que nos ofereceu umas provas da reprodução *fac-simile* que a Biblioteca de Munich está fazendo de tão importante documento histórico, damos junto a reprodução da página relativa ao mês de novembro. A primeira coluna de números encarnados, contêm os números de ordem dos dias do mês. A segunda coluna, impressa a preto, dá o lugar do sol nos signos do zodíaco, apenas em gráus. As últimas duas colunas à direita, a encarnado, dão os gráus e minutos da declinação do sol em cada dia. O livro parece ter sido impresso pelo ano de 1509.

Na Biblioteca Pública de Évora existe uma obra semelhante, publicada posteriormente (1519?). Consta também do *Tratado da spera do mũdo tirada de latim em lingoagẽ portugues*, a que se segue *ho regimento da declinaçam do sol pera per ella saber ho mareãte em qual parte esta. s. aquem ou dalem da linea equinocial. com ho regimento da estrella do norte*. O regimento é exposto mais sucintamente, sem exemplos, por ser já mais conhecido. É acompanhado de tábuas de declinação para um ciclo de quatro anos.

O *Regimento* de Munich tem, na opinião dos peritos, a aparência duma reimpressão. Se a edição anterior não estava já impressa, com certeza existia o original manuscrito quando partiu a expedição de

KL Novẽbro tem dias. xxx. lũa. xxx. di. q̃. viij. noxvj.

		Di: Domẽs	Lugar. sol Scorp	Declinaçã: sol. Graã.	Minut⁹
d	Dia de todollos sanctos	1	18	17	17
e	Comminoraçã dos finad⁹	2	19	17	33
f	Restituo hylarion ɔfess	3	20	17	49
g	Amacio bispo ⁊ confess.	4	21	18	6
A	Zacarias pay d. s. joã b	5	22	18	21
b	Lionardo comfessor aba	6	23	18	37
c	Percoliano bispo ⁊ mar	7	24	18	52
d	Dos quatro coronados	8	25	19	7
e	Theodoro mar. ddi. salu	9	26	19	21
f	Triphon ⁊ sc⁹ copanheir	10	27	19	35
g	Martinho bispo ⁊ cõfess	11	28	19	48
A	Martinho papa ⁊ mar	12	29	20	2
b	Bricio bispo ⁊ confesso	13	30	20	15
c	Johan bispo ⁊ confessor.	14	1	20	27
d	Rufo bp̃o disciplo d s pa	15	2	20	39
e	Eucherio bispo albanẽs	16	3	20	51
f	Amano bispo ⁊ sã gorge	17	4	21	3
g	A treladaçã de san estevã	18	5	21	14
A	Sancta ysabel viuua ⁊	19	6	21	25
b	Sã Esteuam comfessor.	20	7	21	35
c	Columbano abbade dc	21	8	21	45
d	Cecilia virgem ⁊ martyr	22	9	21	54
e	Clemente papa ⁊ martyr	23	10	22	3
f	Sã Grisogono martyre	24	11	22	12
g	Katherina virgem ⁊ ma	25	12	22	20
A	Pedro alexãdrino mar	26	13	22	28
b	Agricola ⁊ vidale marty	27	14	22	35
c	Jacobo orador martyre	28	15	22	42
d	Sadorninho	29	16	22	49
e	Sam Andree apostollo	30	17	22	55

Reproducção, nas dimensões do original, da pagina de novembro do calendário que acompanha o *Regimento do estrolabio & do quadrante*, existente na Biblioteca de Munich.

1497. E Vasco da Gama, com os pilotos, devia ter consultado uma página semelhante à que reproduzimos, quando em novembro fizeram a conta da latitude da Angra de Santa Helena.

É certo que o *Almanach perpetuum* de Zacuto fôra impresso no ano anterior em Leiria e podia ir a bordo. Mas êste *Almanach* não dispensava o *Regimento*, porque não continha o processo de cálculo da altura do polo. E a tábua que se extraíra da obra de Zacuto para juntar ao *Regimento*, embora pouco precisa, porque se aplicava, sem correcção, em qualquer ano, tinha a vantagem de pôr de lado cálculos, que a imperfeição dos astrolábios, então usados, não exigia.

A chegada à Angra de Santa Helena é assim contada na *Asia* de João de Barros (Década I, Liv. IV, Cap. II, edição *princeps*, Lisboa, 1552):

«E a primeira térra q̃ tomou ante de chegar ao cábo de bóa Esperança, foy a baya a que óra chamã de Sãcta Helena, auẽdo cinquo meses q̃ era partido de Lixbóa: onde sayo em terra por fazer aguáda & assy tomar a altura do sol. Porque como do *vso do astrolabio pera aquelle mister da nauegaçam, auia poco tẽpo* q̃ os mareãtes deste reyno se aproueitauã, & os nauios erã pequenos: nam cõfiáuã muyto de a tomar dentro nelles por causa do seu árfár. Principalmente com hũ astrolábio de páo de tres palmos de diametro, o qual armáuã em tres páos a maneira de cábrea por melhor segurar a linha solar, & mais verificáda & distinctamẽte poderem saber a verdadeira altura daquelle lugar: posto q̃ leuássem outros de latam mais pequenos, tã rusticamente começou esta árte que tanto fructo tem dádo ao nauegar. *E porque em este reyno de Portugal se achou o primeiro vso delle em a nauegáçã* (peró que em nóssa geographia lárgamente tractamos desta matéria em os primeiros liuros della:): nam será estranho deste lugar, dizermos quando & per quem foy achádo, pois nam é de menos louuor este seu trabálho que o doutros nóuos jnuentóres que achâram cousas proueitósas pera vso dos hómeẽs».

Esta passagem inspirou evidentemente as estâncias 24 a 26 do canto V:

Mas já o Planeta que no ceo primeiro
Habita, cinco vezes apressada,
Agora meyo rosto, agora inteiro
Mostrára, em quãto o mar cortaua a armada,
Quando da Eterea gauea hum marinheiro
Prompto coa vista, terra, terra, brada
Salta no bordo aluoroçada a gente
Cos olhos no Orizonte do Oriente.

A maneira de nuues se começam
A descubrir os montes que enxergamos,
As ancoras pesadas se adereçam,
As vellas ja chegados amainamos:
E pera que mais certas se conheçam
As partes tão remotas onde estamos,
Pello nouo instrumento do Astrolabio
Inuençam de sutil juizo & sabio.

Desembarcamos logo na espaçosa
Parte, por onde a gente se espalhou,
De ver cousas estranhas desejosa
Da terra que outro pouo nam pisou:
Porem eu cos pilotos na arenosa
Praya, por vermos em que parte estou,
Me detenho, em tomar do sol a altura
E compassar a vniuersal pintura.

Como vimos no capitulo anterior, o poeta é, na primeira estância, mais rigoroso do que o historiador. A armada partira de Lisboa em 8 de julho e fôra na véspera quarto crescente. A lua passava de *meio rosto* para *rosto inteiro*. Quando chegaram em 4 de novembro à vista da terra do continente africano, a lua ia pela quinta vez na transição destas mesmas fases, tendo sido quarto crescente dois dias antes. Camões exprime-se com admirável exactidão, registando um facto astronómico verdadeiro.

Segundo a transcrição que então fizemos do *Roteiro da viagem de Vasco da Gama em 1497*, no dia 4 viraram bem junto com terra na volta do mar, e foi só na terça-feira 7 de novembro que, vindo as naus na volta da terra, Pero de Alemquer foi mandado pelo capitão-mór a sondar no batel à procura de bom pouso, ancorando ao outro dia na baía a que puzeram o nome de Santa Helena. O *Roteiro* informa depois (pág. 5):

«Ao outro dia depois de termos pousado, que foy á quinta-feira, saimos em terra com o capitam moor......».

Camões, não podendo, sem prejuizo daquela concisa beleza que se admira no seu imortal poema, descer à monótona pormenorização dum roteiro, não distingue dias. Tomemos porêm nós o dia 9 de novembro, quinta-feira, como aquele em que o capitão-mór desembarcou e com os pilotos tratou de conhecer ao certo,

pello nouo instrumento do Astrolabio,

«as partes tão remotas» onde estavam.

Para bem interpretarmos êste verso, aproximemo-lo das frases, que deixamos sublinhadas, de João de Barros. Êste não diz que o instrumento fôra invento recente, feito em Portugal. O que êle afirma é que havia pouco tempo que os mareantes dêste reino se aproveitavam do *uso* do astrolábio *para aquelle mistér da navegação,* que era achar a altura meridiana do sol para a conta da latitude. Adiante acrescenta que *em este reino de Portugal* se achou o *primeiro uso delle na navegação.* Assim também se deve entender que, para o poeta, o instrumento era novo, no emprêgo que dêle faziam os mareantes, para saberem a posição do lugar. O astrolábio náutico português era apenas a simplificação dum instrumento antiquíssimo, como adiante diremos.

Os nossos argonautas levaram consigo os astrolábios para terra. Firmaram na praia três paus ao alto, que ligaram pela parte superior, à maneira de cábrea, para deles suspenderem o astrolábio grande de madeira, de três palmos de diâmetro. Próximo do meio-dia, se Vasco da Gama se ocupava do instrumento maior, os pilotos em volta, com o braço estendido para a frente, sustentavam os astrolábios pequenos de latão, suspensos, como balança, pelo anel superior. Olhando para a graduação da roda, atentos ao movimento da medeclina, que dirigiam com a mão que tinham livre, de modo que um feixe de luz solar se enfiasse sempre pelos buracos das pínulas, procedia cada um à *pesagem* do sol. A ponta superior da medeclina foi-lhes subindo na graduação, até que estacionou algum tempo por 76 gráus, antes de começar a descer. Acharam uma altura máxima de $76^{\circ}\frac{1}{3}$. A distância zenital do sol ao meio dia, complemento da altura, era portanto de $13^{\circ}\frac{2}{3}$. As sombras corriam ao sul, para onde ficara voltada a pínula inferior.

Fizeram depois a conta. Abriram o calendário do *Regimento* e consultaram a página de novembro, análoga à que deixámos reproduzida. O lugar do sol era em 26° do signo de Scorpius, a que corresponde, como aí se lê, uma declinação de $19^{\circ}21'$ ou seja $19^{\circ}\frac{1}{3}$, declinação sul, pois que aquele signo é austral. Sendo a declinação para o sul e indo para lá também as sombras, deviam somá-la com a distância zenital meridiana do sol, para obterem a latitude que neste caso era austral. A soma, segundo as regras do *Regimento,* de $13^{\circ}\frac{2}{3}$ com $19^{\circ}\frac{1}{3}$ dava 33 gráus. Na lista de latitudes que acompanha o *Regimento* de Évora encontra-se, com efeito, entre as *Alturas do sul des a linea equinocial de guinee atee ho cabo de boõa esperança,* a *Angra de sancta yllena* com uma altura de 33°.

Estavam pois em 33° de latitude ao sul do equador. Tinham assim calculado um elemento indispensável para marcarem a posição do lugar na *universal pintura,* isto é, no mapa-mundi. Um gráu

mais ao sul avançava sôbre o mar o Cabo de Boa Esperança, que haviam de dobrar no dia 22 e onde os esperava o gigante Adamastor. O trópico de Câncer ficava em 23°33', segundo o *Regimento*, que dava êste número para declinação máxima do sol. Estavam na zona temperada austral, entre o trópico de Câncer e o círculo glacial antártico, como o poeta diz na estância 27:

> Achamos ter de todo ja passado
> Do Semicapro pexe a grande meta,
> Estando entre elle & o circulo gelado
> Austral, parte do mundo mais secreta.

6. *O astrolábio plano dos gregos.* — CAMÕES sabia bem que o astrolábio náutico, usado a bordo das naus portuguesas, não era mais que a simplificação dum outro instrumento, muito mais antigo, do qual se conservavam ùnicamente as peças destinadas à medição de alturas dos astros. Bastava-lhe ler o parágrafo do Cap. I da *Sphaera* de Sacrobosco, obra muito sua conhecida, intitulado *De quantitate absoluta terrae*, em que se explica o modo de avaliar as dimensões da Terra:

«Totus autẽ terre ambitus auctoritate Ambrosii: Macrobij: Theodosii & Euristenis philosophorũ. cclii. m. stadia cõtinere diffinitur. Vnicuique quidẽ ccclx. graduũ zodiaci septingenta deputãdo terre stadia. Sumpto enim *astrolabio* ĩ stellate noctis claritate *per vtrũque mediclinii foramẽ* polo perspecto: notetur graduũ multitudo in qua steterit mediclinium supra orizontẽ. deinde procedat cosmimetra directe cõtra septẽtrionẽ a meridie donec ĩ alterius noctis claritate viso vt prius polo steterit altius vno gradu mediclinιũ. post hoc mensus sit huius itineris spaciũ et ĩuenietur. ccccccc. stadiorũ. Datis igitur vnicuique ccclx. gradũ tot stadiis terreni orbis ãbitus. cclii. m. stadiorũ inuentus erit» [1].

---

[1] No *Tratado da Sphera* de Pedro Nunes lê-se a seguinte tradução dêste trecho: «Ho cerco de toda a terra segundo dizem os filosofos Ambrosio. Theodosio. Macrobio: & Eratostenes: he de dozentos & cinquoenta & dous mil estadios: dando a cada hũa das trezẽtas & sesenta partes do zodiaco setecentos estadios. E ho modo que se tem pera se isto alcançar he este. Tomaremos ho estrelabio: & em noyte crara & estrellada: oulharemos ho polo per ambos os buracos do mediclinio: que he a regra que joga no centro: & notaremos a quantos graos esta o mediclinio: depoys disso yremos dereitos ao norte: ate que outra noite nos amostre ho mediclinio estar ho polo mais alto hum grao. Se medirmos este espaço de caminho: acharemos que sam setecentos estadios: & dando outro tanto a cada hum dos trezentos & sesenta graos: acharemos quanto seja ho cerco de toda a terra».

Transcrevemos da edição de 1515, comentada por Pedro Ciruello (*Johannis de sacro busto sphere textum vna cum additionibus Petri Ciruelli*, Parisius, 1515, fl. 32, *r.*), a que já nos referimos no Cap. v. Trata-se de medir um arco do meridiano, compreendido entre dois lugares, cujas latitudes difiram num grau. Vê-se aqui indicado o modo de determinar a altura do polo, dirigindo para a Polar a medeclina do astrolábio, até se enfiar esta estrêla pelos dois orifícios das pínulas e fazendo a leitura da graduação nesta posição. Temos pois as peças constitutivas do nosso astrolábio náutico claramente indicadas no astrolábio a que se refere a obra de Sacrobosco, que, embora impressa pela primeira vez[1] em Ferrara em 1472, fôra escrita na primeira metade do século XIII, compilada de fontes árabes.

Aos árabes se deveu o conhecimento na Europa ocidental dêste astrolábio, que era um instrumento bastante complexo. Foi mesmo opinião corrente que eles o tinham inventado, a ponto de se lhe chamar «astrolábio dos árabes». Está porêm hoje demonstrado que receberam dos gregos êste instrumento, chamado *astrolábio plano*, para se distinguir do astrolábio esférico e do armilar. M. F. Nau publicou, pela primeira vez, com tradução francesa um tratado sôbre o astrolábio, escrito em siríaco no século VII, por Severo Sabokt de Nisiba, bispo de Qenserin. Do estudo dêste importante documento conclue M. Nau (*Le traité sur l'astrolabe plan de Sévère Sabokt, écrit au VIIe siècle d'après des sources grecques*, par M. F. Nau, Paris, 1899) que o astrolábio plano, que se supunha posterior a Ptolomeu (século II d. de C.), foi inventado por Eudóxio de Cnido (409–356 a. de C.) ou por Apolónio de Perga (séculos III–II a. de C.). Assim os árabes foram apenas os transmissores dum instrumento, cujo uso tinham aprendido com os gregos.

Para se fazer ideia dêste instrumento, reproduzimos as figuras que acompanham a obra de M. Nau. Na fig. I está representado o astrolábio completo, do lado do rosto. Aí vemos a medeclina com as duas pínulas furadas e as extremidades ponteagudas que deslisam sôbre a graduação. Por baixo da medeclina e dentro da cercadura graduada vê-se a *aranha*, que a fig. III mostra isolada. A aranha é móvel como a medeclina, mas independente dela, em torno do eixo central. Através das largas aberturas desta recortada peça vêem-se os círculos traçados numa placa circular fixa, sôbre a qual ela se move, que a fig. II representa separadamente. Cada instrumento tinha, em

[1] Fica assim rectificada a informação que, a respeito da 1.ª edição da *Sphaera*, demos no cap. II, pág. 10) e que colhêramos, sem mais exame, na *Astronomie* de M. de La Lande.

geral, um jôgo de três a sete destas placas, chamadas «discos de clima ou de latitude», sobrepostos e metidos todos, bem como a aranha, numa chapa circular, munida dum rebordo, a que os árabes chamavam ***mãe do astrolábio***, caixa cilíndrica de pequena altura, cujo fundo constituía o ***dorso*** do astrolábio, vindo o rebordo formar do lado do rosto, a cercadura graduada, que se vê na fig. I, a que se prende, na parte

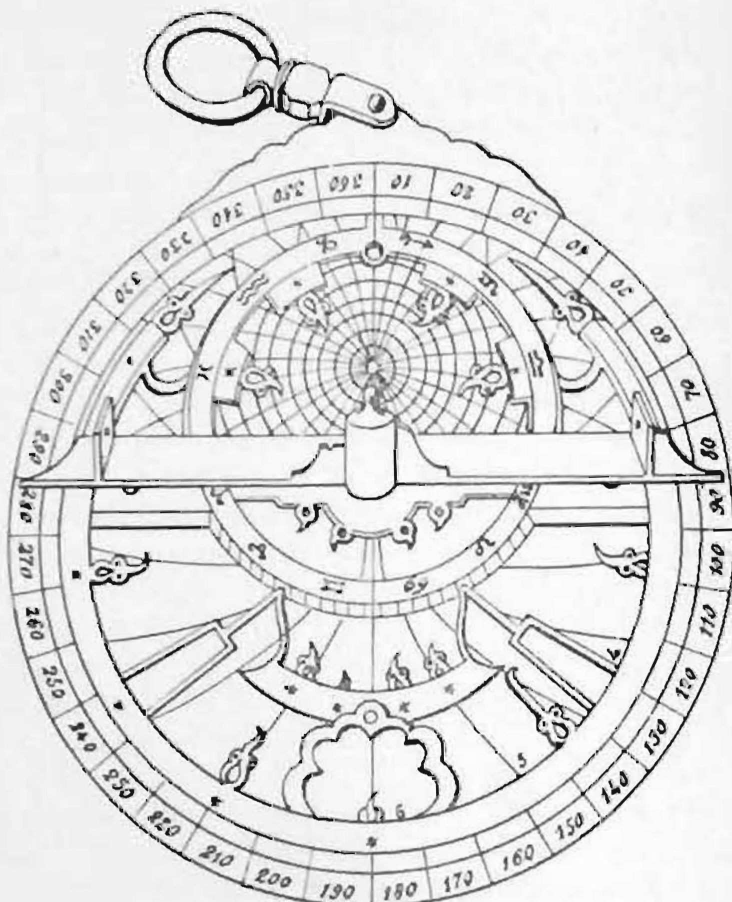


Fig. I — ROSTO DO ASTROLÁBIO PLANO.

superior, o anel de suspensão. Dentre os discos de latitude, colocava-se por cima o que correspondia à latitude do lugar de observação; sôbre êle girava a aranha e por cima desta a medeclina.

Os discos de latitude, como o desenhado na fig. II, conteem a projecção estereográfica dos círculos da esfera celeste, sendo ponto de vista o polo austral e plano de projecção o plano paralelo ao equador, tangente à esfera no polo norte. Cada ponto é projectado neste plano pela recta dêle tirada para o polo antártico. O polo norte está no centro do disco, em *p*. O círculo *CCC* é projecção do trópico de

Capricórnio; *EE'W* é a projecção do equador e *DD'D''* a do trópico de Câncer; o pequeno círculo central é o orifício onde passa o eixo do instrumento. O zenite é projectado em ζ. As circunferências que cercam o ponto ζ são as *almocântaras*[1] ou «paralelos de altura», secções feitas na esfera celeste por planos horizontais eqùidistantes. A maior de todas *HEWH'* é a projecção do horizonte. Estas circunferências começam por cercar completamente o zenite, depois são interrompidas na parte superior, indo terminar no bordo do disco, onde atingem o trópico de Capricórnio. A parte do céu austral, desde êste trópico para o sul, não é representada no disco.

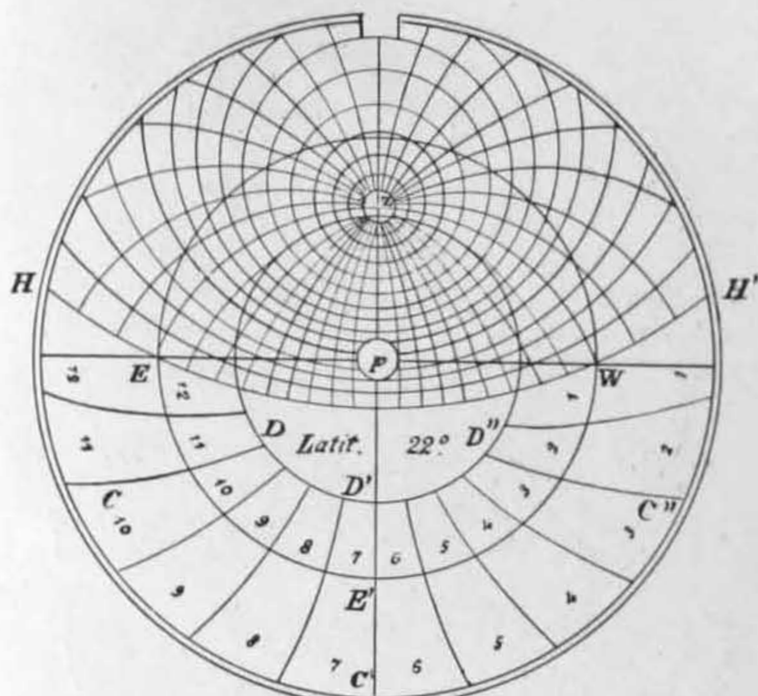


Fig. 11 — DISCO DE LATITUDE.

As linhas que se interceptam no zenite, formando um feixe de arcos de círculo, como ζ*E*, são os «círculos verticais», que vão marcar

[1] Adoptamos, para designar estas circunferências, a palavra *almocântara* como forma portuguesa, com a autoridade do professor sr. David Lopes, profundo conhecedor da língua árabe, donde a palavra deriva, que a respeito dela nos diz: «É o particípio passado, na forma feminina, do verbo *càntara:* construir em arco, abobadar. Daí *(al)cântara*, ponte em arco. A sílaba *mo* (ou *mu*) é o prefixo formativo dos particípios. Deve ler-se *almocântara* e não *almocantarat*. Há na forma árabe um sinal que sôa *t* no estado construto, mas fora disso é apenas sinal do feminino em *a: aldeia, alcântara*, como se vê das respectivas formas portuguesas, e não *aldeiat, alcantarat*».

no horizonte os azimutes. Um dêles é o meridiano, que se projecta segundo a recta vertical ζp. Com estas linhas e as almocântaras fica estereografada a rêde de círculos correspondente ao sistema de coordenadas dos astros, que teem por círculo máximo fundamental o horizonte e por isso chamadas coordenadas horizontais: a altura e o azimute.



Fig. III — ARANHA DO ASTROLÁBIO.

As linhas, numeradas de 1 a 12, que na metade inferior se estendem de trópico a trópico, como *CD*, são as linhas horárias, por meio das quais se podem saber as horas chamadas planetárias ou desiguais. As horas do dia são contadas de 1 a 12, desde o nascer ao pôr do sol, como as dá noite desde o seu ocaso. A hora sexta é marcada sôbre o meridiano.

O disco tem em cima um chanfro que o fixa na caixa do astrolábio, para não ser arrastado pela aranha, quando esta sôbre êle desliza em tôrno do eixo central que mantêm as peças do instrumento. A aranha (fig. III) contêm um círculo excêntrico, projecção do zodíaco, dividido nos dôze signos e estes em gráus. Nela estão também representadas as principais estrêlas fixas, designadas pelos seus nomes, que na figura se suprimiram. A cada uma delas corresponde um dentículo ou ponteiro, cujo ponto extremo marca a posição da projecção estereográfica da estrêla. Para se ter a posição dos planetas, procura-se nas Tábuas a sua situação no zodíaco no dia da observação. O ponto, que no zo-

díaco da aranha marca o signo e gráu achado, é a projecção do planeta nesse dia. A aranha oferece pois uma representação das estrêlas fixas e dos planetas. Fazendo-a mover em tôrno do centro, que é a projecção do polo, temos a imagem do movimento diurno. Para colocar porêm os astros na posição que, sôbre o horizonte dum lugar, ocupam num determinado instante, é preciso fazer uma observação de altura. É para isto que serve a medeclina.

O astrolábio pode servir para se saber, por exemplo, a hora do dia. Para isso toma-se a altura do sol. Suspenso o astrolábio pelo anel, dirige-se a medeclina para o sol, de modo que a pínula alta cubra com a sua sombra a pínula baixa, e lê-se a graduação. Suponhamos que se acharam 30° para altura do sol sôbre o horizonte nesse instante. Procura-se nas Tábuas o ponto ocupado no zodíaco pelo sol nesse dia. É o ponto correspondente do zodíaco da aranha que tem de colocar-se em 30° de altura. Faz-se rodar a aranha sôbre o disco da latitude do lugar, até que aquele ponto venha colocar-se sôbre a almocântara de 30°, dum ou outro lado do diâmetro vertical do disco, conforme o sol estiver a oriente ou a ocidente do meridiano. Então temos no astrolábio os astros colocados na posição que nesse momento ocupam sôbre o horizonte. Também se vêem os pontos do zodíaco que vão na passagem superior e na inferior pelo meridiano, assim como o ponto que se eleva no oriente e o que desce no ocaso, o que era importante para a astrologia. A hora é dada pelo número da linha horária que marca, na metade inferior do disco, o ponto do zodíaco diametralmente oposto ao ocupado pelo sol.

Durante a noite, para pôr a aranha na posição correspondente a um certo instante, fazia-se a observação da altura duma das estrêlas fixas nela representadas. Para isso servia a medeclina, através de cujos orifícios se visava a estrêla. Se a altura lida era, por exemplo, de 20°, fazia-se girar a aranha até que o extremo do ponteiro da estrêla viesse colocar-se sôbre a almocântara de 20°. O ponto do zodíaco ocupado nesse dia pelo sol, dado pelas Tábuas, estava então na parte inferior do disco, abaixo do círculo *HEWH'* do horizonte (fig. I), e a linha horária em que êle se achava, dava a hora da noite.

No *Tratado* de Sabokt, publicado por M. Nau, a descrição do instrumento é seguida da resolução de vinte e cinco problemas astronómicos, dos quais acabamos de resumir os dois primeiros, em que o astrolábio é usado como relógio para a determinação da hora do dia ou da noite. Não há cálculos a fazer; tudo se reduz à leitura dos números gravados no instrumento. Há no astrolábio duas partes de uso bem distincto: a medeclina, bem como a graduação, sôbre que correm as suas pontas, são destinadas à observação das alturas dos astros; a

aranha e o disco da latitude funcionam como máquina de calcular, indicando a aranha, quando levada à posição conveniente, os numeros a ler sôbre as linhas do disco.

A figura junta representa um belo exemplar dêsse instrumento,



ASTROLABIO ÁRABE DE BRONZE,
[illegible]

feito de bronze no século x, que se conserva na Biblioteca Nacional de Paris. É um astrolábio árabe construído por Ahmed ibn Khalaf para Djafar, filho de Moktafi Billah, nascido em 294 da hegira, falecido em 377 (907 a 987 da era cristã). A medeclina está colocada do lado

ASTROLÁBIO PLANO

DO

REI AFONSO X DE CASTELA

(SÉCULO XIII)

Esta es la figura dela faz del Astrolabio complido con su red.

FIGURA DO ROSTO (faz) DO ASTROLÁBIO

A aranha (red), colorida toda de amarelo, contém o zodíaco e os ponteiros das estrêlas fixas. Através das suas aberturas vêem-se, em fundo branco, no disco da latitude de Toledo (lâmina XI), a projecção estereográfica dos almocântaras e círculos verticais, acima do horizonte; e as linhas horárias, que marcam as horas desiguais, na parte inferior. O rebordo exterior graduado, a que se prendem as argolas de suspensão, coloridas de amarelo como ela, faz parte da mãe do astrolábio que forma o dôrso do instrumento. Na figura não se vê a medeclina, porque esta corre sôbre a graduação do lado do dôrso.

aranha e o disco de latitude funcionam como máquina de calcular, indicando a aranha, quando levada à posição conveniente, os numeros a ler sôbre as linhas do disco.

A figura junta representa um belo exemplar dêsse instrumento,



ASTROLABIO ARABE DO SECULO X,
construido por Ahmed ben Khalaf no seculo x, existente na Biblioteca Nacional de Paris.

feito de bronze no século x, que se conserva na Biblioteca Nacional de Paris. É um astrolábio arabe construido por Ahmed ben Khalaf para Djafar, filho de Moktafi Billah, nascido em [illegible] da hegira, fabricado em [illegible] ([illegible]) e [illegible] da era cristã. A medalhina está colocada do lado

ASTROLÁBIO PLANO

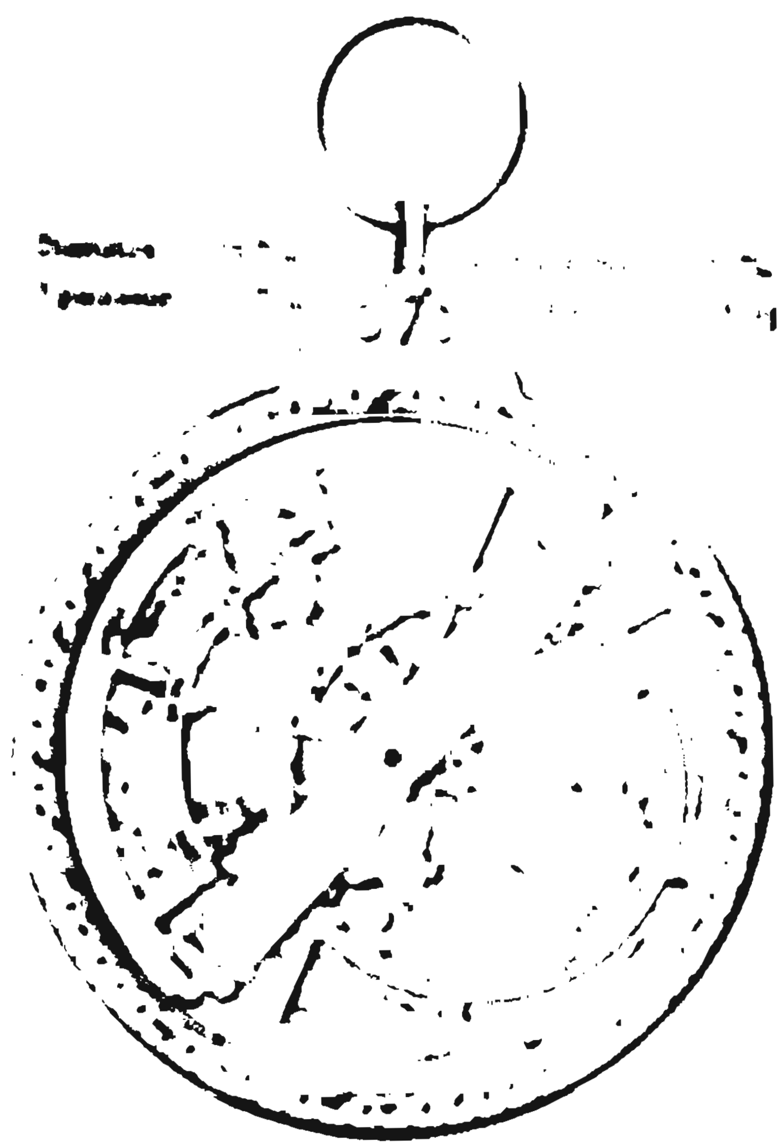
REI AFONSO X DE CASTELA

(SÉCULO XIII)

Esta es la figura dela faz del Astrola-
bio complido con su red.

FIGURA DO ROSTO (faz) DO ASTROLÁBIO

[illegible]





do rosto sôbre a aranha, e esta gira sôbre um disco de latitude, que está desviado da posição que deve ocupar. A rêde dos círculos verticais e almocântaras está descaída para a esquerda em vez de ocupar a parte superior, o que resultou de se ter fotografado o instrumento no estado em que actualmente se encontra. É preciso pois imaginar o diâmetro, que passa no zenite, levado à posição vertical. Ao sr. Joaquim Bensaúde agradecemos a cedência que nos fez do cliché dêste desenho que se encontra no seu excelente livro *L'astronomie nautique au Portugal* (pág. 37).

No Tomo II dos *Libros del saber de astronomia del rey D. Alfonso X de Castilla,* Madrid, 1863, encontram-se os quatro *Libros de los astrolabios.* Os dois primeiros, intitulados *Libros dell astrolabio redondo,* tratam da construção e uso do astrolábio esférico. O astrolábio plano é estudado nos dois *Libros dell astrolabio llano.* O primeiro dêstes, em que se ensina a construir o astrolábio, fecha com o debuxo do instrumento, visto do lado do rosto, que reproduzimos em página separada. Aí se vê a aranha *(red),* colorida a amarelo, com seu zodíaco excêntrico e os ponteiros das estrêlas fixas. Cerca-a o rebordo graduado da caixa *(madre)* do astrolábio, tendo, na parte superior, os aneis de suspensão. Através das aberturas da aranha vêem-se, em fundo branco, as linhas do disco da latitude de Toledo *(ladeza XL).* Na figura não está representada a medeclina, porque ela corre do outro lado, sôbre o dorso graduado do astrolábio. Não há com efeito necessidade de colocar a medeclina do lado do rosto, pois que ela funciona independentemente da aranha. As observações de altura dos astros são pois, neste exemplar, feitas no dorso do instrumento.

O Libro II contêm cincoenta e oito capítulos. Os cinco primeiros ocupam-se da nomenclatura das diferentes partes do astrolábio; os cincoenta e três restantes resolvem outros tantos problemas astronómicos. O Cap. XXX trata da determinação da latitude dum lugar pela altura meridiana do sol. Um problema subsidiário dêste é resolvido no Cap. XXIX, *De saber la declinacion de qual grado quisieres del zodiaco del cerco dell yguador,* em que se mostra como o instrumento dispensa a Tábua de declinações dos planetas, exigindo apenas á das suas posições nos signos do zodíaco, porque por êle se pode determinar mecânicamente a declinação, isto é, a distância ao círculo do equador *(cerco dell yguador),* de qualquer ponto do zodíaco. Para isso basta mover a aranha até que êsse ponto do zodíaco vá colocar-se no meridiano, isto é, no diâmetro vertical do disco, acima do horizonte, e ler o número da almocântara que passa pelo ponto nessa posição. Leva-se em seguida ao meridiano, da mesma maneira, o

ponto de Aries e lê-se o número da almocântara. A diferença dos dois números é a declinação procurada do ponto do zodiaco. Para isto serve o disco de qualquer latitude. O astrolábio dá pois a declinação do sol em qualquer momento, desde que se saiba a sua posição no zodiaco.

Vejamos agora como, no século XIII, Afonso X de Castela resolvia o problema da latitude pela altura do sol ao meio dia:

Capitolo XXX

«De saber la ladeza de qual uilla quisieres. et es la sua longura de la linna equinoctial. et es otrossi quánto se alza el polo septentrional sobre la tierra en essa uilla.

«Si esto quisieres saber. toma la altura del sol en el medio dia. et es e mas alto que puede seer en aquel dia. Et si fuer el sol en la cabeça de aries ó de libra. mingua la altura que fallaste de nouaenta. et lo que fincare será la ladeza de la uilla que quisiste. Et si el sol non fuer en la una destas dos cabeças de aries ó de libra. sepas la declinacion del grado del sol *assi cuemo te mostramos*. Et si fuer la declinacion del grado del sol á parte de septentrion. minguala de la altura de medio dia que fallaste. Et si fuer la declinacion aparte de medio dia. annádela sobre la altura sobredicha. et lo que fuer de la altura mingualo della. ó annadiendo sobrella. será la altura de la cabeça de aries et de libra en essa uilla. Et desende minguala de .XC. et lo que fincare será la ladeza de la uilla que quisiste saber».

Ao enunciado do problema junta-se, no título do capítulo, a definição de latitude *(ladeza)* duma vila e diz-se que ela é igual à altura do polo septentrional. Exclue-se pois o hemisfério sul, de cujos habitantes não havia noticia. Manda-se tomar a altura do sol ao meio dia e acrescenta-se que ela é a altura máxima do sol nesse dia, indicando-se assim a maneira de a tomar, sem necessidade de relógio. Quando se diz que, não estando o sol nos pontos equinociais, se saiba a declinação do gráu do sol *assi cuemo te mostramos,* faz-se referência ao Cap. XXIX, em que se ensinou a determinar, pela aranha, a declinação dum ponto do zodiaco. Assim a observação da altura meridiana do sol faz-se no dorso do astrolábio, onde corre a medeclina; a declinação determina-se no rosto do instrumento com a aranha deslizando sôbre um disco de latitude qualquer. A combinação, por soma ou diferença, da altura solar com a declinação, que depois se lê, é uma parte do nosso conhecido *Regimento da altura do polo ao meio dia.* Se há diferença na forma, o cálculo é essencialmente o mesmo. O

problema é aqui restrito ao hemisfério norte e ainda nelle se excluem os pontos ao sul do trópico. Neste *Regimento* de Afonso X, como podemos chamar-lhe, não se fala de sombras, que se subentende correrem sempre ao norte. Só se trata de lugares situados ao norte do trópico de Câncer.

Quando, na segunda metade do século xv, as nossas náus navegavam em pleno hemisfério austral, a determinação da latitude tinha de fazer-se fora daquelas restrições. O *Regimento,* que para isso se formulou entre nós, é pois uma generalização do que acabamos de ler, completado de modo a poder aplicar-se em todos os pontos do globo terrestre.

O astrolábio plano, que se prestava à resolução de tantos problemas astronómicos, apenas se empregava a bordo das náus na determinação de alturas. Para isso bastava a medeclina e a graduação sôbre que as suas pontas corriam. A aranha e os discos de latitude tornavam-se inúteis. É certo que estas peças serviam também para determinar a declinação do sol. Preferiu-se porêm dispensá-las, juntando, nas Tábuas do sol, às posições nos signos as declinações em cada dia. Desembaraçado o instrumento destas peças, puderam aumentar-se as suas dimensões, o que facultou uma melhor divisão do limbo circular. Tal é a origem do «astrolábio náutico», que não é senão a simplificação dum instrumento que os árabes receberam dos gregos e introduziram na Europa ocidental. O astrolábio plano ficou reduzido apenas ao necessário para observar alturas: um círculo graduado, *a roda*, em cujo centro gira uma régua, munida de duas pínulas furadas, a que os gregos chamaram *dioptro* e os árabes *alidade,* e que em latim se chamou *mediclinium,* donde o nome *medeclina,* dos nossos marinheiros.

Gaspar Correia descreve-nos, nas *Lendas da Índia,* o *estrólico Çacuto,* Abraão Zacuto, ocupado com a organização das tábuas do sol e a construção dos astrolábios náuticos:

«Elrey *(D. Manuel)* era muyto inclinado á Estrolomia, polo que muytas vezes praticaua com o Judeo Çacuto......................

O que todo bem ouvido por ElRey houve muyto contentamento e prometendo ao Judeu muytas merces por seu trabalho, lhe muyto encomendou que désse cabo a tão boa cousa como tinha começado. Ao que o Judeu se offereceo, e como já tudo tinha exprimentado, e sabido a certeza do decurso do sol, e os mudamentos que fazia, tomando o esprimento polas estrellas com suas artes da estrolomia, fez hum regimento desta declinação do sol, apartando os anos, cada hum sobre sy, e os mezes e dias, de hum ano bisexto até o outro, que são

quatro anos apontadamente, de quanto anda o sol cada dia, contado de meo dia a meo dia, assi pera a banda do Norte, como pera a banda do Sul, todo per grande concerto e boa ordem; pera o que fez huma pasta de cobre da grossura de meo dedo, redonda, com huma argola em que estaua dependurada direita, e nella linhas e pontos, e no meo outra chapa, assi de cobre corrediça ao redor, e nella postos huns pontos furados direitos hum do outro, porque entrado o sol per ambos, no ponto do meo dia, se via em que parte estaua o sol, *tudo per grande arte e sobtil modo*, e lhe chamou estrolabio, que tomando assi o lugar certo em que estaua o sol, e feita conta polo regimento na tauoa de cada ano, se sabia as legoas que erão andadas. O que o Judeu ensinou a alguns pilotos, que lhe ElRey mandou, como e de que modo hauião de tomar o sol em o ponto do meo dia com o estrolabio, ensinandolhe a conta que hauião de fazer polas tauoadas do regimento, no que em todo os muyto industriou» [1].

No *Almanach perpetuum* de Zacuto, Leiria, 1496, há quatro tábuas do sol (*Tabula solis prima, secunda, tercia, quarta*) para os anos de 1473 a 1476, que, juntamente com a *Tabula equationis solis*, permitem o cálculo, em gráus, minutos e segundos, da posição do sol no zodíaco em cada dia de qualquer ano. Depois a *Tabula declinationis planetarum et solis ab equinotiale*, entrando nela com aquela posição, dá a declinação do sol. No *Regimento* de Munich preferiu-se pôr de parte tais cálculos. Distribuiram-se os 360 gráus do zodíaco pelos 365 dias dum ano, repetindo-se o mesmo número nalguns dias. E em frente de cada um dêstes números inscreveu-se, como vimos, a declinação correspondente do sol, em gráus e minutos. Estes graus e minutos são os mesmos que se lêem na *Tabula declinationis* de Zacuto, tendo-se feito uma ou outra interpolação onde há repetição do mesmo gráu do zodíaco. O *Regimento* de Evora, em vez duma única tábua anual, contêm tábuas de declinação para um ciclo de quatro anos, o que mostra que ao tempo da sua publicação se requeria já maior precisão.

Depois de se referir às tábuas de declinação do sol, descreve Gaspar Correia o astrolábio náutico e o seu uso no tomar do sol ao meio dia para se fazer, pelo *Regimênto*, a conta de latitude, *tudo per grande arte e sobtil modo*.

E dizendo ainda, em continuação do que acabamos de transcrever, que Zacuto se ocupou também do Regimento da estrêla do Norte, para

---

[1] *Lendas da India*, Lisboa, 1858, tom. I, págs. 261 e 263.

que os pilotos soubessem navegar «assi com o sol, como com a escuridão da noite», acrescenta (pág. 264):

«O que tudo foy em tanto crecimento de bem, como oje em dia parece ao seruiço do Senhor Deos; porque homens *scientes*, e de *sobtys* entendimentos forão mais entendendo e alcançando, com que ora está em toda perfeição».

Também Camões diz que Vasco da Gama e os pilotos tratam de saber as partes em que estão

Pello nouo instrumento do Astrolabio
Inuençam de *sutil* juizo & *sabio*.

O que é novo, e invenção de juízo subtil e sábio, não é o instrumento em si, reduzido a uma simplicidade primitiva, mas sim o seu uso náutico. Êste é o sentido do poeta.

Deixámos atrás (pág. 133) transcrito o trecho de João de Barros em que diz que em Portugal se achou o primeiro uso do astrolábio na navegação. Continuemos a leitura dêsse trecho para sabermos quando e por quem foi achado (Década I, Liv. IV, Cap. II):

«No tempo que o jnfante dom Anrique começou o descobrimento de Guiné, toda a nauegaçam dos mareantes éra ao longo da cósta, leuandoa sempre por rumo: da qual tinham suas noticias per sináes de que faziam roteiros como ajnda ao presente vsam em algũa maneira, & pera aquelle módo de descobrir jsto bastáua. Peró depois que elles quisserã nauegar o descuberto, perdendo a vista da cósta & engolfandose no pego do mar: conheceram quantos enganos recebiã na estimatiua & juizo das singraduras que segundo seu módo em vinte quátro óras dauam de caminho ao nauio, assy por razam das correntes como doutros segredos q̃ o már tem, da qual verdáde de caminho a altura é my cérta mostrador. Peró como a necessidade é mestra de todalas ártes, ẽ tẽpo delrey dõ Joã o segũdo foy per elle encomẽdádo este negócio a mestre Rodrigo & a méstre Josepe judeu ambos seus medicos, & a hũ Martin de Boémia natural daquellas partes: o qual se *gloriáua* ser discipulo de Joãne de Monte Regio afamádo astrónomo entre os professóres desta sciẽcia. Os quáes achárã esta maneira de nauegar per altura do sol, de que fizeram suas tauoádas pera declinaçam delle: como se óra vsa entre os nauegantes, já mais apuradamente do q̃ começou, em q̃ seruiã estes grãdes astrolábios de páo».

João de Barros atribue pois a invenção do uso náutico do astrolábio a mestre Rodrigo, a mestre José Judeu, que é o mesmo mestre José Vizinho, que traduziu do hebreu para latim o *Almanach* de Zacuto e se intitula seu discípulo, e a Martim Behaim, que chegara a Lisboa em 1484 e *se gloriara* de ser discípulo de Regiomontano. Esta passagem deu lugar a atribuir-se a Behaim a introdução do astrolábio em Portugal, não se atendendo a que Barros fala do *seu uso* náutico apenas. Afirmou-se também que êle trouxera as *Ephemerides* de Regiomontano e que delas se extraíram os elementos para as nossas Tábuas do sol. Assim o instrumento e as tábuas náuticas, usadas pelos navegadores portugueses, seriam de origem alemã. Está hoje demonstrada a falsidade de tal opinião. Não é nas *Ephemerides*, mas sim nas *Tabulae directionum profectionumque* de Regiomontano [1] que se encontra a tábua das declinações do sol, calculada para uma obliqùidade da eclíptica de 23°30'. Ora não são os números desta tábua, mas sim os do *Almanach perpetuum* de Zacuto, correspondentes a uma obliqùidade de 23°33', que se encontram no *Regimento* de Munich. A obliqùidade de 23°30' só foi adoptada, muito mais tarde (1537), por Pedro Nunes. As tábuas náuticas portuguesas proveem pois de fonte peninsular. O astrolábio plano, donde derivou o astrolábio náutico, era conhecido na península séculos antes da vinda de Behaim.

Gaspar Correia atribue, por seu lado, um papel exagerado a Zacuto, parecendo apresentá-lo como único introdutor da sciência náutica em Portugal. Nos primeiros anos do século XV já o infante D. Henrique conseguira trazer para cá mestre Jácome de Maiorca, cartógrafo e construtor de instrumentos. D. João II reuniu em tôrno de si todos aqueles que julgou competentes em cosmografia, como foram o bispo de Ceuta D. Diogo Ortiz, mestre Rodrigo, mestre José Vizinho, Martim Behaim e Abraão Zacuto, que veio de Salamanca em 1492. Tinha pois uma junta de astrónomos, cristãos e judeus, como tivera Afonso X de Castela. Este, justamente cognominado *o sábio*, dedicava-se à astronomia por puro amor da sciência, tendo um reinado infeliz. D. João II, político sagaz, punha a sciência astronómica ao serviço dum vasto plano, comercial e marítimo.

---

[1] J. Bensaúde, *L'astronomie nautique au Portugal*, pág. 26.

IX

Novo céu

1. *O Cruzeiro do Sul.* — Encetadas as navegações dos descobrimentos sob o impulso forte do Infante D. Henrique, lançadas as náus portuguesas através dos terrores do desconhecido para regiões que a sciência então dizia inhabitáveis, os reis portugueses, proseguindo a obra do Infante, tiveram particular cuidado, como resulta do precedente capítulo, em que os nossos mareantes partissem providos de instrumentos e das necessárias regras de astronomia, sendo-lhes guia todos os recursos que os conhecimentos dos cosmógrafos podiam ministrar. Assim no *Tratado em defensam da carta de marear,* diz Pedro Nunes:

«Ora manifesto he que estes descubrimentos de costas: ylhas: & terras firmes: nam se fezeram indo a acertar: mas partiam os nossos mareantes muy ensinados & prouidos de estormentos & regras de astrologia & geometria: que sam cousas de que os Cosmographos ham dãdar apercebidos: segũdo diz Ptolomeu no primeiro liuro da sua Geografia. Leuauã cartas muy particularmente rumadas: & não ja as de que os antigos vsauam: que nam tinham mais figurados que dose ventos & nauegauam sem agulha».

As regras de astronomia eram resumidas nos *Regimentos.* Pelo *Regimento da altura do polo ao meio dia* determinavam a latitude, medindo a altura do sol na sua culminação. Com o *Regimento da Estrêla do Norte* obtinham a latitude e sabiam as horas da noite, observando a *Buzina.* Ao sul do equador porêm perdiam a Polar, e êste *Regimento* tornava-se inútil. Os nossos navegadores estudaram então atentamente as estrêlas austrais, em busca duma constelação que substituisse a Ursa menor e acabaram por distinguir um novo grupo com a forma duma cruz, cuja haste, marcada por duas estrêlas

(α, γ *Crucis*), tendo aproximadamente a mesma ascensão recta, se alinha com o polo, tomando a posição vertical na passagem pelo meridiano. Chamaram à nova constelação *Cruzeiro do Sul*. Por ela marcavam as horas da noite e determinavam a latitude. No *Tratado da agulha de marear*, redigido pelo piloto João de Lisboa em 1514 [1], ensina-se a medir por ela a declinação da agulha.

Se a origem portuguesa do *Cruzeiro* não foi ainda reconhecida pelos historiadores da astronomia, resulta isso apenas de serem mal conhecidos no estrangeiro os documentos que a comprovam, dos quais nos vamos ocupar. Foram os portugueses que marcaram junto do *Centauro*, para guia dos navegadores, êste brilhante sinal em forma de cruz, que tamanha celebridade adquiriu no século XVI. Não descobriram só novas terras e novos mares; deixaram também na esfera celeste êste novo asterismo. Por isso no *Tratado em defensam da carta de marear*, que acompanha o *Tratado da Sphera*, publicado em 1537, diz Pedro Nunes:

«Nam ha duuida que as nauegações deste reyno de cem ãnos a esta parte: sam as mayores: mais marauilhosas: de mais altas & mais discretas conjeyturas: que as de nenhũa outra gente do mundo. Os portugueses ousaram cometer o grande mar Oceano. Entrarã por elle sem nenhũ receo. Descobriram nouas ylhas: nouas terras: nouos mares: nouos pouos: & *o q̃ mays he: nouo ceo: nouas estrellas*».

A estas descobertas faz CAMÕES alusões frequentes, como em V, 4:

Assi fomos abrindo aquelles mares
Que geraçam algũa nam abrio,
As nouas ilhas vendo & os nouos ares,
Que o generoso Enrique descobrio;

em II, 85:

Assi dizia, & todos juntamente,
Hũs com outros em pratica fallando
Louuauam muito o estamago da gente,
Que tantos ceos & mares vai passando;

ou em IX, 17:

O prazer de chegar aa patria cara,
A seus penates caros & parentes,
Pera contar a peregrina, & rara
Naueguaçam, os varios çeos, & gentes,

---

[1] J. I. de Brito Rebelo, *Livro de Marinharia*, Lisboa, 1903, págs. 22 e 23.

Vir a lograr o premio, que ganhára
Por tam longos trabalhos, & accidentes,
Cada hum, tem por gosto tam perfeito,
Que o coração para elle he vaso estreito.

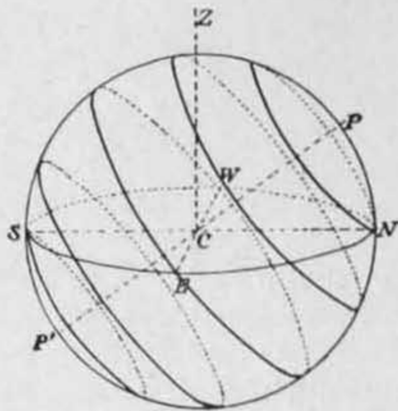
O *novo céu* é descrito no último verso de VIII, 71:

Conceito digno foi do ramo claro
Do venturoso Rei, que arou primeiro
O mar, por yr deitar do ninho caro
O morador de Abila derradeiro:
Este por sua industria, & engenho raro,
Num madeiro ajuntando outro madeiro,
Descobrir pode a parte, que faz clara
De Argos, da Ydra a luz, da Lebre, e da Ara.

Um observador, colocado no polo norte da Terra, tem o polo celeste no seu zenite e o equador coincidente com o horizonte, e por isso vê apenas as estrêlas do hemisfério celeste boreal, as quais no seu movimento diurno, sem nascimento nem ocaso, descrevem circunferências horizontais (almocântaras). Semelhantemente o observador situado no polo sul só vê as estrêlas do hemisfério celeste austral, sendo para êle invisíveis as que estão ao norte do equador celeste. A estas duas estações corresponde o mínimo campo de visibilidade dos astros.

Os habitantes do equador podem ver toda a esfera celeste. Para êles os dois polos ficam no horizonte que divide assim ao meio os círculos diurnos verticais descritos pelas estrêlas, de modo que elas estão 12 horas acima e 12 abaixo dêle. Os astros, situados ao começo da noite abaixo do horizonte, vão subindo do lado do oriente e, volvidas 12 horas siderais, acham-se todos na parte superior, tendo passado para a parte inferior todos aqueles que, no princípio da noite, brilhavam no hemisfério superior. Numa estação equatorial podem pois ver-se, numa só noite, todas as constelações, tanto boreais como austrais.

Um observador situado entre o equador e o polo norte pode ver todas as estrêlas boreais e as austrais que não fiquem compreendidas na calote esférica que determina, em tôrno do polo sul, um círculo menor da esfera celeste, distante dêle um número de gráus igual ao da latitude do lugar. As estrêlas boreais que estão dentro duma calote igual em volta do polo norte nunca descem abaixo do hori-



zonte; as outras estrêlas boreais descrevem a maior parte do seu círculo diurno acima dêle. As estrêlas austrais, pelo contrário, demoram mais tempo abaixo do que acima do horizonte.

O inverso tem logar para o observador situado ao sul do equador. Aí as constelações austrais, como Argos, a Hidra, a Lebre e a Ara, conservam-se, no seu percurso diurno, mais tempo acima do que abaixo do horizonte; as constelações boreais visíveis sobem a menor altura e demoram menos tempo no hemisfério superior.

Camões indica no último verso da estância, que acabamos de transcrever, o novo céu que se ia oferecendo à contemplação dos navegadores, onde predominavam cada vez mais as constelações austrais, ao passo que avançavam para o sul. Não se refere porêm a constelações novas. Argos, a Hidra, a Lebre e a Ara figuram já no catálogo de Ptolomeu.

Onde o poeta fala de nova constelação é em V, 14:

> Ia descuberto tinhamos diante
> La no nouo Hemisperio, noua estrella.

A palavra *estrêla* é tomada aqui na significação de constelação, como no último verso de IV, 85:

> De ser no Olimpo estrellas como a de Argos.

A palavra *Hemispério* indica geralmente nos *Lusíadas* o hemisfério celeste que assenta sôbre o horizonte. Qualquer círculo máximo divide a esfera em dois hemisférios: o equador divide-a nos hemisférios, boreal e austral; o horizonte separa os hemisférios, superior e inferior. É o hemisfério superior, a abóbada celeste, que o poeta geralmente designa. E assim — lá no novo hemisfério — quer dizer: lá no novo céu, no céu que cobre as regiões austrais do globo terrestre.

Assim também em I, 8:

> Vos poderoso Rei, cujo alto Imperio,
> O Sol logo em nascendo, ve primeiro:
> Ve o tambem no meyo do Hemispherio,
> E quando dece o deixa derradeiro;

o sol vê o império português quando nasce no oriente, vê-o também na sua culminação no meridiano (meio do hemisfério) e ainda no seu ocaso. O império a que o poeta aqui alude é o do seu tempo, que se estendia desde a Ásia, pelas costas de África, até ao Brasil, como

diz depois em VII, 14, quando descreve as possessões da «pequena casa Lusitana»:

De Affrica tem maritimos assentos,
He na Asia mais que todas soberana,
Na quarta parte noua os campos ara,
E se mais mundo ouuera la chegára.

No *Tratado da spera do mũdo,* existente na Biblioteca Pública de Évora, lê-se, na parte do Cap. II que se ocupa do Meridiano e Horizonte:

«Em a spera ay outro circulo mayor: chamase orizonte. he hũ circulo que aparta ho mais de çima hemisperio do de mais de baixo & por esso se chama orizõte. q̃ q̃r dizer terminador de nossa vista. & porq̃ allem de elle nenhũa cousa podemos veer. chamã lhe tãbem *circulo do emisperio*» [1].

Ao horizonte chamava-se pois «círculo do hemisfério»; por isso o poeta em geral designa por hemisfério a meia esfera que se apoia sôbre o horizonte, e assim tem de interpretar-se em I, 65:

A ley tenho daquelle, a cujo imperio
Obedece o visibil, & inuisibil,
Aquelle que criou todo o Emispherio,
Tudo o que sente, & todo o insensibil.

Todo o hemisfério é o maravilhoso espectáculo que em cada lugar da Terra o homem pode contemplar acima do horizonte, que é «terminador de nossa vista».

Na Elegia III, que tem a rúbrica — Da Índia a D. António de Noronha —, descreve CAMÕES o temporal que, ao dobrar do Cabo de Boa Esperança, assaltou a náu S. Bento, em que foi em 1553 para a Índia:

Porque chegando ao Cabo da Esperança,
Comêço da saudade que renova,
Lembrando a longa e áspera mudança;

---

[1] O trecho original correspondente na *Sphaera* de Sacrobosco é: «Horizon verò est circulus diuidens inferius hemisphaerium à superiori, vnde appellatur horizon, id est, terminator visus. Dicitur etiã horizon circulus hemisphaerij, eadem causa».

Debaixo estando já da estrella nova
Que no novo Hemispherio resplandece,
Dando do segundo axe certa prova;
Eis a noite com nuvens s'escurece;
Do ar subitamente foge o dia;
E todo o largo Oceano s'embravece.

A estrêla nova, que resplandece no novo céu, é o *Cruzeiro do Sul*. Quando as náus davam a volta da Africa, o polo sul tinha já uma elevação que tornava esta constelação circumpolar. O Cruzeiro, com a sua haste alinhada pelo polo, descrevia em tôrno dêle todo o seu círculo diurno acima do horizonte, «dando do segundo axe certa prova».

Voltemos agora à estância V, 14, de que já começámos a ocupar-nos:

Ja descuberto tinhamos diante
La no nouo Hemisperio, noua estrella,
Não vista de outra gente, que ignorante
Algũs tempos esteue incerta d'ella:
Vimos a parte menos rutilante
E por falta destrellas menos bella,
Do Polo fixo, onde inda se nam sabe
Que outra terra comece, ou mar acabe.

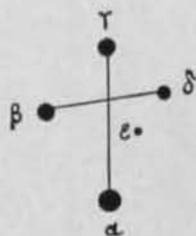
A nova constelação, a que CAMÕES aqui se refere, é a mesma da Elegia III, o Cruzeiro do Sul, que êle afirma ter sido assinalada pelos portugueses, não a tendo visto nenhuma outra gente antes dêles. A verdade desta afirmação do poeta tem sido obscurecida pela opinião, até há alguns anos geralmente aceite, que atribue a Dante o conhecimento do Cruzeiro no princípio do século XIV, em que compôz a *Divina Comédia*. Quando Dante chega com Vergílio à ilha em que se eleva a montanha do Purgatório, situada em 32 gráus de latitude austral, numa posição antípoda de Jerusalêm, olha para o oriente e, voltando-se em seguida para a direita na direcção do polo sul, vê quatro estrêlas, nunca vistas por ninguêm senão pela primeira gente:

Io mi volsi a man destra e posi mente
All'altro polo, e vidi quattro stelle
Non viste mai fuor che alla prima gente
(*Purgatorio*, I, 22-24).

Que estas quatro estrêlas são as do *Cruzeiro* tem sido opinião corrente, apoiada em autoridades como Humboldt, até que em 1907 Rizzacasa d'Orsogna mostrou os êrros envolvidos em tal interpretação, emitindo um novo parecer: as quatro estrêlas pertencem à cons-

telação da *Ara*. F. Angelitti, professor de astronomia na Universidade de Palermo, publicou, nos anos de 1912 e 1913, um magistral estudo de astronomia dantesca na *Rivista di Astronomia*[1], que se publica em Turim, chegando no ponto especial de que nos ocupamos, depois duma análise minuciosa e completa, a concluir que as quatro estrêlas, a que Dante duas vezes se refere no *Purgatório*, são as das *chamas* da constelação da *Ara*, se não são antes quatro astros fictícios, de pura imaginação do poeta. Depois voltaremos a tratar dêste assunto em particular; por agora dêmos como certo que a sciência astronómica acabou por excluir da *Divina Comédia* a constelação do Cruzeiro do Sul.

Os nossos pilotos consideravam no Cruzeiro cinco estrêlas, a que juntamos, na figura, as letras com que actualmente se designam. As duas estrêlas α e γ formam a haste da cruz, sendo α o *Pé* e γ a *Cabeça;* as duas, β e δ, desenham a linha dos braços. A ε, que fica fora da cruz, é uma pequena estrêla de quarta grandeza. A mais brilhante é a α, de primeira grandeza; β e γ são de segunda e δ de terceira grandeza. Para a determinação da latitude observava-se geralmente a α, mais próxima do polo, tomando-lhe a altura na sua culminação. A chegada da α ao meridiano era marcada pela γ, que lhe servia de Guarda, quando a linha αγ se tornava vertical e o Cruzeiro ficava portanto *empinado*, o que resultava de terem estas duas estrêlas a mesma ascensão recta aproximadamente[2]. Desta circunstância especial é que resultava a grande importância náutica dêste brilhante grupo de estrêlas que os nossos marinheiros souberam destacar da constelação do *Centauro*.



Três destas estrêlas encontram-se já no catálogo de Ptolomeu, que se refere ao ano 137 ou 138 da nossa era. Então eram elas visíveis em Alexandria. Ptolomeu observou-as, incluindo-as no Centauro, sem as agrupar num asterismo especial. Vimos no precedente capítulo como, em virtude do movimento de precessão dos equinócios, o polo boreal se tem deslocado, aproximando-se da Estrêla do Norte. O mesmo movimento tem aproximado o polo sul da constelação do

---

[1] F. Angelitti, *Sugli accenni danteschi ai segni, alle costellazioni ed al moto del cielo stellato da occidente in oriente, di un grado in cento anni*, in *Rivista di Astronomia*, Torino, tom. VI, VII.

[2] Em 1500 a ascensão recta do Pé do Cruzeiro (α, *Crucis*) era de 179°,97 e a da Cabeça (γ, *Crucis*) era de 181°,08.

Cruzeiro. No quadro junto[1] podem ver-se as distâncias polares das estrêlas α, β, γ, dadas em gráus, décimas e centésimas de gráu, de cem em cem anos, desde o comêço da era cristã até 1900. As distâncias polares teem diminuído; assim a do Pé do Cruzeiro tem sido reduzida nestes dezanove séculos de 38° a 27°,5.

Ano	Distância polar das estrêlas — Crucis		
	α	β	γ
0	37°,96	41°,41	44°,09
+ 100	37 ,42	40 ,86	43 ,54
200	36 ,88	40 ,31	42 ,99
300	36 ,34	39 ,76	42 ,44
400	35 ,79	39 ,21	41 ,89
500	35 ,24	38 ,66	41 ,33
600	34 ,69	38 ,10	40 ,77
700	34 ,14	37 ,54	40 ,21
800	33 ,59	36 ,98	39 ,65
900	33 ,03	36 ,42	39 ,09
1000	32 ,48	35 ,86	38 ,53
1100	31 ,93	35 ,30	37 ,97
1200	31 ,37	34 ,74	37 ,41
1300	30 ,81	34 ,18	36 ,84
1400	30 ,25	33 ,63	36 ,27
1500	29 ,70	33 ,07	35 ,70
1600	29 ,14	32 ,51	35 ,13
1700	28 ,58	31 ,96	34 ,57
1800	28 ,02	31 ,41	34 ,01
+ 1900	27 ,46	30 ,86	33 ,45

Em Alexandria, situada numa latitude boreal de 31°, o polo sul está 31° abaixo do horizonte. No ano 100 o Pé do Cruzeiro, distante do polo 37°,42, elevava-se portanto na sua culminação a uma altura de 6°,42 acima do horizonte de Alexandria, devendo juntar-se ainda o efeito da refracção. No decorrer do século II esta altura diminuiu apenas meio gráu. As outras estrêlas do Cruzeiro atingiam uma maior elevação. Ptolomeu poude pois observá-las todas. Hoje são invisíveis em Alexandria.

[1] Estes números são extraídos de P. Neugebauer, *Sterntafeln von 4000 vor Chr. bis zur Gegenwart*, Leipzig, 1912.

Para procurar estas estrêlas no catálogo de Ptolomeu tem de calcular-se as suas coordenadas para a época a que êste catálogo se refere, 137-138 d. de C. Usando as tábuas e fórmulas do opúsculo *Sterntafeln* de Neugebauer, que já citámos, obtem-se a ascensão recta e declinação para aquela época, tendo depois de passar-se para a latitude e longitude celestes pelas fórmulas sabidas de transformação, porque são as coordenadas eclíticas as usadas por Ptolomeu. Obtem-se assim as seguintes posições para as quatro estrêlas principais do Cruzeiro, no ano 137-138 da nossa era[1]:

Estrêla	Longitude	Latitude
α *Crucis*	196° 14′	—52° 41′
β »	195 58	—48 27
γ »	190 59	—47 33
δ »	190 1	—50 15

No catálogo de Ptolomeu, que se encontra nos Lib. VII e VIII do *Almagesto*, as estrêlas estão dispostas pela ordem das constelações, sendo a 44.ª a do *Centauro*, cujas estrêlas são numeradas desde 1 a 37. Destacamos a posição e grandeza das estrêlas n.os 31, 32 e 37, como ali se encontram[2]:

	Centauri constellatio 44	Longitudo	Latitudo		Magnitudo
		G M		G M	
31	Quae est in poplite pedis dextri	♎ 10 0	Au.	51 10	2
32	Quae est in Talo eiusdem pedis	♎ 15 20	Au.	51 40	2
37	Quae est extra sub dextro posteriore pede	♎ 14 40	Au.	49 10	4

Os números da coluna das longitudes indicam as posições no signo de Libra (♎), devendo portanto acrescentar-se-lhes os 180° que vão desde o ponto de Áries ao princípio de Libra, para se poderem comparar com os números da tabela anterior. As latitudes são austrais (Au.).

Vê-se assim que a α *Crucis* se identifica com a estrêla 32, situada

[1] *Rivista di Astronomia*, tom. VI, Torino, 1912, pág. 842.

[2] Transcrevemos da tradução do grego para latim de Trapezúncio, revista por Gaurico, publicada em Veneza em 1528, de que existe um exemplar no Observatório Astronómico da Universidade.

junto da pata posterior direita do Centauro, classificada de segunda grandeza; a β *Crucis* com a 37, que fica fora, debaixo da perna direita, considerada de quarta grandeza; e a δ com a 31, colocada no jarrete direito, de segunda grandeza [1]. Esta identificação faz-se com diferenças dum gráu. A estrêla da Cabeça, γ, não é possivel identificar-se com nenhuma das outras estrêlas; para isso seria preciso supôr êrros de alguns gráus nas suas coordenadas, tanto na latitude como na longitude.

Três das estrêlas principais do Cruzeiro encontram-se pois catalogadas por Ptolomeu, incluidas na constelação do Centauro, não constituindo porêm um asterismo distinto. O que os portugueses depois fizeram foi destacar, na região celeste ocupada pelo Centauro, um novo grupo, uma cruz de estrêlas com a haste dirigida para o polo, útil nas navegações austrais. Formaram uma nova constelação, o sinal tão procurado para lhes servir de guia, como no norte a *Buzina*.

Os historiadores da astronomia declaram, com Humboldt, que a referência mais antiga a esta constelação, designada já com o nome de Cruzeiro, é a de Corsali, em 1515 [2]. Da referência que lhe faz também Pigafetta, companheiro de Fernão de Magalhães, quando descreve a célebre viagem de circumnavegação do glôbo, não nos ocuparemos por ser posterior (1520). Andrea Corsali, florentino, tendo ido para a Índia em serviço do rei português D. Manuel, conta a sua primeira viagem em carta escrita de Cochim, com data de 6 de janeiro de 1515, ao duque Julião de Médicis. A passagem que nos interessa, e que transcrevemos com a figura que a acompanha, é a seguinte [3]:

«In che luogo sia il polo Antartico, per l'altura de gradi, pigliammo il giorno co'l Sole, & ricontrammo la notte con l'astrolabio, & euidentemente lo manifestano due nugolette [4] di ragionevol grandezza, ch'intorno ad essa cõtinuamente hora abbassandosi, & hora alzandosi in moto circulare camminano, con vna stella [5] sempre nel mezzo, laqual com esse si volge lontana dal Polo circa vndici gradi: sopra di queste

[1] Deve notar-se que a figura do Centauro, que se vê desenhada nas modernas cartas celestes, é diferente da de Ptolomeu.

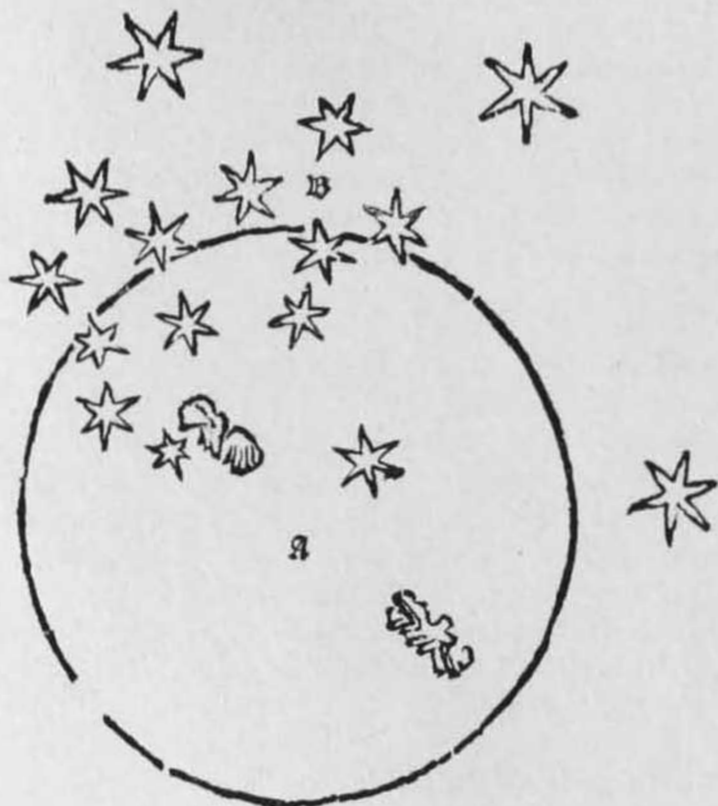
[2] Humboldt, *Cosmos*, trad. de Galuski, tom. II, Paris, 1866, pág. 353; Allen, *Star names and their meanings*, New-York, 1899, pág. 188; C. Flammarion, *Les étoiles*, Paris, 1882, pág. 562

[3] Ramuzio, *Navigationi et viaggi*, vol. I, Venetia, 1558, fl. 177 v. Existe um exemplar na Biblioteca Nacional de Lisboa.

[4] As duas *nugolette* são as Nuvens de Magalhães.

[5] É a γ Hydri.

apparisce *vna croce marauigliosa* nel mezzo di cinque stelle, che la circondano (com'il carro la tramontana) con altre stelle, che con esse vanno intorno al Polo girandole lontano circa trenta gradi, & fa suo curso in 24. hore, & è di tanta bellezza, che non mi pare ad alcuno segno celeste douerla comparare. come nella forma qui di sotto appare».



A, POLO ANTARTICO. *B*, CRVSERO.

Não há dúvida que a *croce marauigliosa*, que Corsali acha de tanta beleza, é o Cruzeiro do Sul, cujo Pé distava do polo, em 1500, cêrca de 30 gráus. Corsali porêm ia num navio português e foram os nossos marinheiros que lhe mostraram a *maravilhosa cruz*, que êles há muito conheciam, pois que já em 1500 fala dela o fisico Mestre João a D. Manuel, como veremos.

Em vez duma simples referência a esta constelação temos em português uma exposição completa do uso náutico do Cruzeiro, escrita em 1514 pelo piloto João de Lisboa, resultado de estudos anteriores, por êle feitos com outro piloto nosso, Pero Anes, em Cochim, na mesma cidade donde Corsali escreveu. No *Livro de Marinharia* publicado pelo sr. J. I. de Brito Rebelo, Lisboa, 1903, encontra-se

(pág. 20) o *Tratado da Agulha de marear achado por João de Lixboa. ho ano de 1514*. Depois de explicar no capítulo 4.º como pela Estrêla do norte se determina a declinação da agulha de marear, trata o piloto João de Lisboa da mesma determinação pelo Cruzeiro (pág. 22):

«... determinei ffazer decraraçã do *cruzeiro* por ver mais largo synall que do que todos tem conhecimento: o qual por muitas vezes pere anes que deus tẽ e eu espremẽtamos muitas vezes cõ ho norte e achamos estamdo ẽ parte que bẽ vimos ambos dos ditos synaes estã ẽ hũa linha cõ os pollos du mũdo: isto por hũa agulha estãdo ẽ cochim e por este *cruzeiro* ser *o mais manifesto synall dos naveguamtes* e ẽ elle nã aver nhũ embaraço: determiney de sobre elle fazer operaçã per a agulha que se faz ao norte».

João de Lisboa foi para a Índia, pela segunda ou terceira vez, em 1506 na frota de dezasseis navios comandada por Tristão da Cunha. Entende o sr. Brito Rebelo que foi durante o tempo, que esta ocasião lhe proporcionou de se achar em Cochim, que êle procedeu aos estudos a que acima se refere. Pero Anes, piloto muito notavel, fôra nomeado por D. Manuel, em 1503, patrão da navegação da Índia e mar Oceano. Os dois pilotos, segundo o sr. Brito Rebelo, teriam tomado parte na expedição de Vasco da Gama em 1497.

Em Cochim, numa latitude boreal de 10°, podiam observar não só a Estrêla do Norte mas também o Cruzeiro do Sul, cujo Pé, na sua culminação, aí se elevava então a uma altura de 20° sôbre o horizonte.

Vem em seguida a descrição da constelação:

«sabereis que neste cruzeiro do sull andam çinquo estrellas as quatro delas sã gramdes da — 2.ª — gramdeza e hũa da — 5.ª — grãdeza: esta he morteficada ẽ respeito das outras e esta ffegura do cruseiro conheceras por hũa estrella[1] plaina que pera iso fis na qual asynei as ditas estrelas na llatitude que tinhã dos pollos e asy as caratulas dos synaes segundo são affigurados».

As quatro estrêlas principaes que formam a cruz eram pois classificadas como de 2.ª grandeza; a quinta estrêla, «mortificada em

---

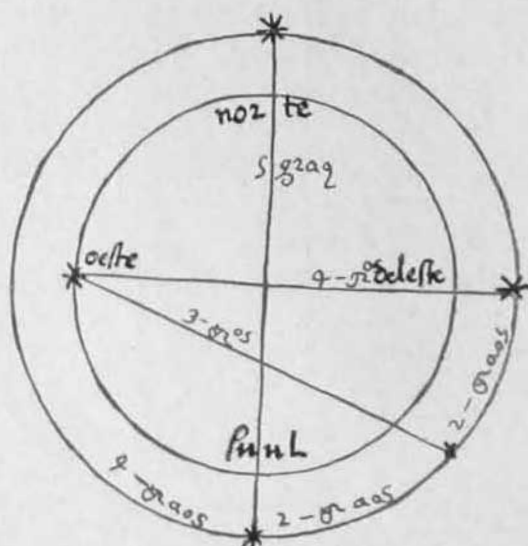
[1] Aliás — *hũa espera plaina*, como se lê correctamente adeante no *regimento do cruzeiro do sul*, onde desenvolve o que diz aqui em sustância e onde se vêem as respectivas figuras (Nota do sr. Brito Rebelo).

respeito das outras», é a que hoje se designa pela letra ε. As suas distâncias polares vê-se que são já sabidas.

Em seguida explica-se (pág. 23) o modo de medir o nordestear ou noroestear da agulha, borneando ao pé do Cruzeiro:

«... emtã bornearas pelos ferros do semeçircollo ao *pee do cruzeiro* atee que seja metido pela abertura emtã veras homde apomta a froll de llis dagulha pelas quartas que vão ao llomguo da caixa e homde apomtar aquela e a defferemça de tua agulha e asy veras ho afastamẽto se he pera ho oriemte ou pera oçidemte».

Adiante (pág. 37) é êste mesmo assunto desenvolvido sob a epígrafe — *Regimento do Cruzeiro do sull.* Como já aqui se subentende, expressamente se declara aí que o Cruzeiro é observado quando estiver direito e «estee a estrela da cabeça cõ ha do pee ẽ hũa llinha prepẽdecular». Nesta posição, em que o Pé está no meridiano, pode não só fazer-se a operação com a agulha, mas também determinar-se a latitude do lugar, tomando a altura desta estrêla, cuja distância polar sabida era de 30°. Estando-se no equador, o polo fica no horizonte e a altura meridiana do Pé era de 30°; ao sul a altura era de 30° mais a elevação do polo antártico; ao norte do equador era menor que 30°. Daí a regra simples que transcrevemos com a figura respectiva:



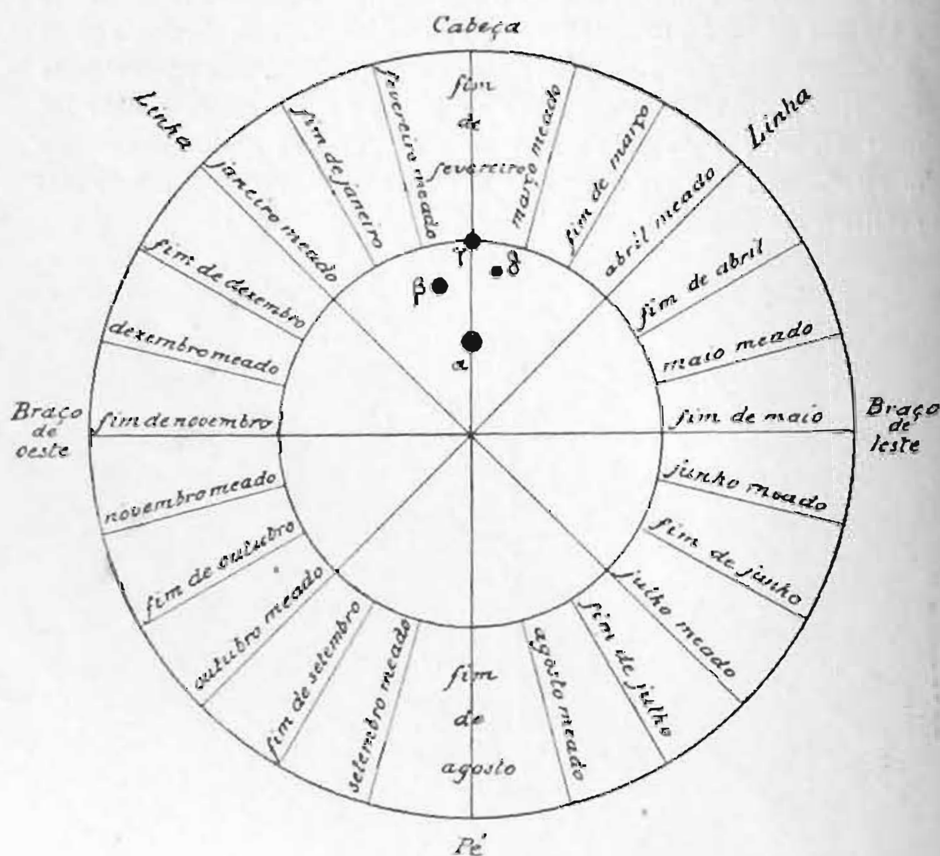
«It. has de saber que quãdo tomares este *cruzeiro do sull* halo de tomar quãdo esteuer ẽpinado que fiser esta feição e tomaras a estrella do pee e olharas bẽ que estẽ norte sul hũa com a outra e lleste oeste

os braços e olharas bẽ quamtos graos toomas e se tomares — 3o — graos estaas na llinha e se tomares menos de — 3o — graos: aquillo que menos for de — 3o — estaras afastado pera a parte do norte. E se tomares mais de — 3o — tudo o que mais tomares estaras pera a parte do sul quer sejã pouquos quer muitos» (*Livro de Marinharia*, pág. 39).

A constelação era também aproveitada para marcar as horas da noite, como a *Buzina* no norte:

«It. ffim de ffevereiro meia noite na Cabeça: E daly de — 15 — ẽ — 15 — dias hũa ora: asy como na comta do norte: começamdo no sul pera a bamda do sudueste e he espremẽtada» (*Livro de Marinharia*, pág. 39).

Podemos assim desenhar uma figura, semelhante à que fizemos



para a Ursa menor, que indique as posições ocupadas pelo *Cruzeiro* à meia noite, de quinze em quinze dias, no decorrer do ano. A haste

da cruz servia assim de ponteiro para marcar as horas da noite, como no norte a linha da estrêla polar para a Guarda dianteira.

Para se comprehenderem as designações das posições e movimentos das estrêlas por meio dos rumos, deve supor-se no polo celeste uma Rosa, como a da agulha, com o norte para cima e a linha norte-sul vertical. A linha leste-oeste fica horizontal; a designação *leste* da Rosa indica o lado direito, e *oeste* o esquerdo, para o observador colocado na Terra e olhando para o polo [1].

Do que vimos dizendo se conclúe que o precioso códice do século XVI, pertencente à livraria dos Duques de Palmela e que faz objecto do *Livro de Marinharia*, nos permite contrapôr à simples referência de Corsali ao Cruzeiro do Sul, na sua carta de 1515, o *Tratado da Agulha* do piloto português João de Lisboa, com data de 1514, resultado de estudos feitos em Cochim com Pero Anes oito anos antes, em que se mostra já o conhecimento completo do valor náutico da nova constelação.

Mas ha mais. Na carta escrita de Vera Cruz em 1 de maio de 1500 a D. Manoel, que já noutro lugar citámos (pág. 124), o piloto Mestre João [2], depois de contar como em 27 de abril descera em terra com mais dois pilotos e achara pelo astrolábio que estavam numa latitude sul de 17 graus, fala dos seus trabalhos sôbre as estrêlas austrais: «soiamente mando a vosa alteza como estan situadas las estrellas del, pero en que grado esta cada una non lo he podido saber, antes me paresçe ser inposible en la mar tomarse altura de ninguna estrella porque yo trabaje mucho en eso e por poco que el nauio enbalançe se yerran quatro, o çinco grados, de guisa que se non puede fazer synon en terra». No corpo da carta reserva um

---

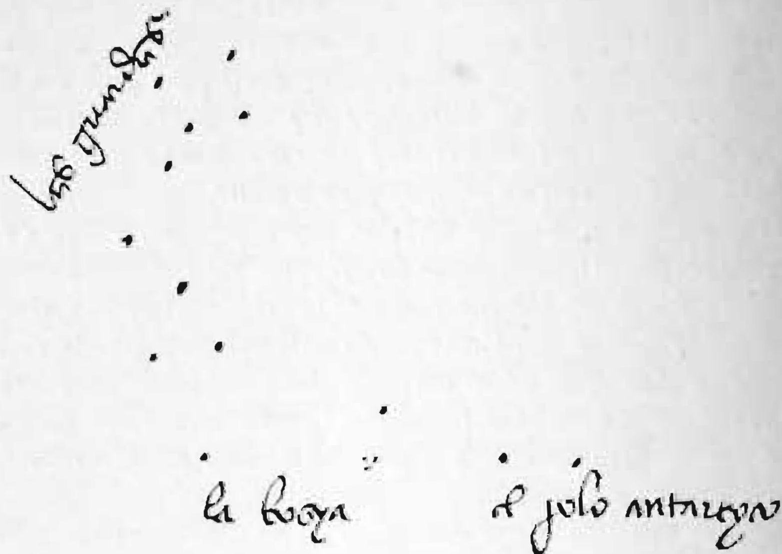
[1] Na figura, relativa à Ursa menor, do nosso anterior capitulo (pág. 116) as designações *direito* e *esquerdo* referem-se a um homem colocado no polo celeste e olhando para a Terra.

[2] «Para não abrir um novo additamento, não parecerá inteiramente fora de proposito o intercalar aqui a noticia de um outro astrologo do tempo de D. Manuel, que, como é notorio, tambem cultivava com amor esta sciencia. Chamava-se elle Joam Faras, physico de el-rei, e d'elle existe na Real Bibliotheca d'Ajuda uma traducção em hespanhol da Geographia de Pomponio Mela... O titulo, no alto do primeiro fólio, em letras encarnadas, é do teor seguinte:

Lla geografia j cosmografia de Pomponio Mela cosmografo, pasada de latin en romance per maestre Joan Faras bachiller ẽ artes e em medeçina fisico j sororgiano del muy alto rey de Portugal Dom Manoel.

... Não encontramos registado o nome de João Faras. Será acaso o mesmo mestre João, que acompanhou Pedro Alvares Cabral?» (Sousa Viterbo, *Trabalhos nauticos dos portugueses*, Parte II, págs. 285, 286).

espaço para fazer um esboço das constelações austrais, de que damos junto o *fac-simile*[1].



e escreve ao lado:

«tornando señor al proposito estas guardas nunca se esconden antes syenpre andan en derredor sobre el orizonte, e aun esto dudoso que non se qual de aquellas dos mas baxas sea el polo antartyco, e estas estrellas prinçipalmente las de *la crus* son grandes casy como las del carro, e la estrella del polo antartyco, o sul es pequena como la del norte e muy clara, e la estrella que esta en riba de toda la crus es mucho pequena».

Aqui temos pois o Cruzeiro do Sul designado já com o nome de *Cruz*. As estrêlas da constelação são grandes «casy como las del carro» e com efeito no século XVI foram as estrêlas do Cruzeiro classificadas de 2.ª grandeza, como as da Ursa maior. No esquema estelar o Cruzeiro está evidentemente na parte superior, junto da rúbrica «las guardas». As guardas são as duas estrêlas (α, γ *Crucis*) que apontam na direcção do polo sul, como na do polo norte apontam as Guardas da Ursa Maior. Diz mestre João que estas guardas nunca se escondem, antes sempre andam em derredor sôbre o horizonte: naquella latitude e época do ano o Cruzeiro andava na verdade toda

[1] Este *fac-simile* é reproduzido da obra *Centenário do descobrimento da América, Memorias da Comissão portuguêsa*, Lisboa, 1892, pag. 61. A carta original pode vêr-se no Arquivo Nacional da Torre do Tombo, Corpo chron., parte 3.ª, maço 2, doc. n.º 2.

a noite acima do horizonte. A palavra *bosya* mostra que êle formava junto do polo antártico uma *Buzina*, como no norte. As três pequeninas estrêlas muito juntas, que se vêem sôbre a última letra desta palavra, são do Pássaro da Índia (β, γ, δ *Apodis*). O losango que se eleva sôbre o artigo *la* é formado pelas três do Triângulo (α, β, γ *Trianguli*) com a α *Centauri*.

Vê-se pois que em 1500 havia já um grupo de estrêlas a que os nossos marinheiros chamavam a *Cruz*. Mestre João fala dêle a D. Manuel como de uma constelação já conhecida. Do esquema das estrêlas e do texto da carta resulta evidentemente que se trata do Cruzeiro do Sul.

A carta de Corsali de 1515, com o seu tão confuso esbôço, deixa pois de ser o documento mais antigo em que a Cruz do Sul se menciona. A prioridade pertence à carta de mestre João, de 1 de maio de 1500. Anterior à referência de Corsali é também o *Tratado da Agulha* do piloto João de Lisboa. Não foi pois Corsali, que ia em serviço de D. Manuel, quem mostrou aos nossos marinheiros aquela constelação; foram os nossos que lhe indicaram a *cruz* que tanto o maravilhou.

Resta-nos examinar uma passagem, muito citada, de uma das cartas de Américo Vespúcio, na qual êle fala de uma constelação em forma de uma *mandorla*, que se tem suposto ser o Cruzeiro do Sul. A *mandorla*[1] seria imaginada por Vespúcio ligando as quatro estrêlas por duas linhas divergindo do pé do Cruzeiro para os extremos dos braços e convergindo depois no tôpo da cruz. O exame das cartas leva porêm a concluir que se não trata desta constelação, mas de um outro grupo de quatro estrêlas.

Na obra de Bandini, *Vita e lettere di Amerigo Vespucci*, Firenze, 1745, encontra-se, depois das quatro cartas em que Vespúcio narra as suas duas primeiras viagens, feitas ao serviço do rei de Castela, e as duas seguintes, feitas ao serviço do rei português D. Manuel, uma outra carta[2] dirigida a Lorenzo de' Medici, em que lhe conta a sua segunda viagem. Nesta carta, escrita de Sevilha com data de 18 de julho de 1500, lê-se o seguinte (págs. 69 e 70):

«... e come desideroso, d'essere autore, che segnassi la stella del

---

[1] Esta palavra, cuja tradução literal é *amêndoa*, é usada na arte italiana para designar o resplendor oblongo que cerca o corpo dos santos subindo ao céu.

[2] O título da carta é: *Lettera di Americo Vespucci indirizzata a Lorenzo di Pierfrancesco de' Medici*, che contiene un'esatta descrizione del suo secondo Viaggio fatto per i Re di Spagna, ora per la prima volta data alla luce. A obra de Bandini existe na Biblioteca da Universidade de Coimbra.

Firmamento dell'altro polo, perdei molte volte il sommo di notte in contemplare il movimento delle stelle dell'altro polo, per segnar quanto di esse tenessi *minor movimento*, e che fussi più presso al Firmamento, e non potetti con quante male notti ebbi, e con quanti strumenti usai, che fu il quadrante, e l'astrolabio. Non segnai stella, che tenessi men che dieci gradi di movimento all'intorno del movimento, dimodochè non restai satisfatto in me medesimo di nominar nessuna, essendo il polo del meridiono[1] a causa del gran circolo, che facevano intorno al Firmamento: e mentre che in questo andavo, mi ricordai di un detto del nostro Poeta Dante, del quale fa menzione nel primo Capitolo del Purgatorio, quando finge di salire di questo emisperio, e trovarsi nell altro, che volendo descriver il polo Antartico dice:

Io mi volsi a man destra, e posi mente
All'altro polo, e vidi quattro stelle
Non viste mai, fuor che alla prima gente:
Goder parera il Ciel di lor fiamelle,
O settentrional vedoro sito,
Poichè privato sei di mirar quelle.

«Che secondo me mi pare, che il Poeta in questi versi voglia descrivere per le quattro stelle il polo dell'altro Firmamento, e non mi diffidi fino a quì, che quello, che dice non salga verità; perche io nottai quattro stelle figurati come una *mandorla*, che tenevano *poco movimento*, e se Dio mi dá vita, e salute, spero presto tornare in quello emisperio, e non tornar sanza notare il polo»[2].

Vespúcio diz que, desejoso de ser êle o autor que primeiro assinalasse a estrêla polar do sul, perdera muitas vezes o sono da noite,

---

[1] *Polo del meridiono* é o polo sul.

[2] Humboldt na sua *Histoire de la Géographie du nouveau continent*, tomo IV, pág. 319, dá conta de parte dêste trecho nos seguintes termos: «Tandis que j'étais occupé, dit Vespuce, à chercher vainement une étoile polaire du sud, je me rappelai des paroles *(de un detto)* de notre poète le Dante, qui dans le premier *chapitre du Purgatoire*, en feignant de sortir d'un hemisphère pour entrer dans l'autre, veut décrire ce pôle antarctique et chante: *Io mi volsi a man destra e posi mente...* Il me parait à moi que dans ses vers le poète a eu l'intention de décrire par les quatre étoiles le pôle de l'autre firmament et jusqu'ici je n'ai aucun doute que celà ne soit ainsi, parce qu'en effet je vis quatre étoiles qui figuraient (ensemble) *una mandorla*, et avaient peu (!) de mouvement». O ponto de admiração depois da palavra *peu* é pôsto por Humboldt, que, inclinando-se a crêr que se trata aqui das estrêlas do Cruzeiro, encontra êste advérbio a contrariar a sua opinião.

observando as estrêlas mais próximas do polo, as quais, descrevendo círculos diurnos de pequeno raio, se movem mais lentamente. Sublinhamos as palavras *minor movimento,* por ser esta a circunstância por êle notada com especial cuidado, como resulta da leitura do trecho. Apesar de tantas noites passadas a enfiar os astros pelas pínulas do astrolábio e do quadrante, não lhe foi possível assinalar estrêla com menos de 10 graus de distância polar. Não pôde pois nomear estrêla alguma que marcasse o polo sul.

Emquanto nisto andava, recordou-se da passagem do *Purgatório,* em que Dante, olhando para o polo sul, vê quatro estrêlas, e verificou a verdade com que o poeta se exprime, porque notou quatro estrêlas fazendo a figura de uma *mandorla,* as quais tinham *pouco* movimento.

¿Que estrêlas formavam esta *mandorla?* Vespúcio apenas nos diz que elas tinham pouco movimento, o que quer dizer que eram das que êle pôde observar mais próximas do polo. Não se lhes pode pois atribuir distância polar muito superior a 10 gráus. Não se trata das estrêlas do Cruzeiro, que em 1500 se estendiam entre 30 e 36 graus de distância do polo, descrevendo os seus círculos diurnos com uma velocidade superior a metade da das estrêlas equatoriais, que são as de velocidade máxima[1]. Vespúcio não podia classificar como de *pouco* movimento estrêlas já tão distantes do polo, e não se pode admitir menos cuidado numa circunstância que lhe merecia especial atenção.

Em nova carta, dirigida ao mesmo Lorenzo de' Medici no fim de 1502, para lhe narrar a sua terceira viagem, descreve Vespúcio as constelações austrais. De novo fala de um grupo de quatro estrêlas junto do polo:

«Il polo Antartico non ha l'Orse maggiore, nè minore, siccome si può vedere nel nostro polo Artico, nè lo toccano alcune stelle, che risplendano, ma quelle che lo circondano sono quattro, che hanno forma di quadrangolo. E mentre queste nascono, si vede dalla parte sinistra un Canopo risplendente di notabile grandezza» (Bandini, pág. 114).

O astrónomo Ideler, que Humboldt consultou a respeito das obser-

---

[1] A relação da velocidade do movimento diurno de uma estrêla para a das estrêlas equatoriais é dada pelo seno da sua distância polar. Essa relação é de $\frac{1}{2}$ para a α do Cruseiro, por ser sen. $30° = \frac{1}{2}$; para as outras é maior.

vações estelares contidas nesta carta, vê-se embaraçado com êste quadrângulo, pois diz:

«L'observation que le pôle austral n'est environné d'aucune étoile marquante, est exacte, mais quelles sont ces quatre étoiles peu éclatantes *che circondano il polo antartico e hanno forma di quadrangolo?* Serait-ce le petit carré d'étoiles de cinquième et sixième grandeur, que Bode a placé dans ses cartes, d'après les observations de La Caille, et dans lequel, de notre temps, se trouve effectivement le pôle même? J'en doute, à cause de ce qui suit: *E mentre queste nascono si vede dalla parte sinistra un Canopo risplendente.* Ces rapports de lever et de coucher ne cadrent pas avec la supposition que je viens d'énoncer»[1].

Depois descreve Vespúcio um grupo de três estrêlas, que Ideler identifica com α, β, γ *Hydri*, e em seguida um de seis:

«Dopo questo seguono sei altre lucenti stelle, le quali di splendore avanzano tutte l'altre, che sono nell'ottava sfera; delle quali quella, che è nel mezzo nella superficie della detta sfera, ha misura di circonferenza gradi trentadue. Dopo queste figure seguita un gran Canopo, ma fosco, le quali tutte si veggono nella via lattea».

Êste grupo de seis estrêlas é assim explicado por Ideler:

«Je crois reconnaître dans ces six plus brillantes étoiles, α et β des pieds du Centaure et les quatre étoiles de la Croix du Sud, parce que 1.° elles se trouvent toutes dans la Voie lactée; 2.° parce que l'étoile du milieu (β de la Croix) est vraiment aujourd'hui éloignée de $31^{\circ}\frac{1}{4}$ du pôle austral (c'est une *misura di circonferenza*); 3.° parce que les six étoiles sont accompagnées d'un Canopus obscur qui est le second *Coalbag* ou sac de charbon. Si mes explications et mes conjectures ne sont pas hasardées, il en resulte que Vespuce, dans sa lettre à Médicis, fait déjà mention des deux Nuages de Magellan et des deux *Coalbags;* mais qu'il ne donne encore aucun nom particulier aux constellations de l'autre hémisphère. Il ne connaît *pas même le nom de la Croix du Sud*».

Deve pois concluir-se com Ideler que Vespúcio no fim do ano 1502 não conhecia ainda o nome do Cruzeiro do Sul nem isolava as suas

---

[1] Humboldt, *Histoire de la Géographie du nouveau continent*, tom. v, pág. 227.

estrêlas numa constelação separada, visto que as juntava com as duas principais do Centauro num grupo de seis; o que confirma a nossa opinião de que na carta anterior, de 18 de julho de 1500, êle se não refere ao Cruzeiro, quando fala da sua *mandorla*[1].

Pelo contrário, não pode haver dúvida que a êle se refere nitidamente o piloto Mestre João na sua carta de 1 de maio de 1500, designando-o já com o nome de Cruz. Esta carta e o *Tratado da Agulha* de João de Lisboa, de 1514, no qual se mostra o conhecimento completo do seu uso náutico, são os documentos mais antigos em que se menciona o *Cruzeiro*.

O distinto astrónomo sr. Frederico Oom, Sub-director do Observatório Astronómico de Lisboa, que em 1907 foi a Lourenço Marques instalar o Observatório Campos Rodrigues, e ahi teve ocasião de observar, durante 16 meses, as constelações austrais, diz-nos que as pessoas, que não teem um conhecimento seguro do Cruzeiro do Sul, o confundem fàcilmente com o grupo de estrêlas que os portugueses chamam «Cruzeiro falso» e os ingleses *False Cross*. As estrêlas dêste grupo — ε, ι *Carinae*, δ, κ *Velae* — reproduzem um aspecto muito parecido com o do verdadeiro Cruzeiro e é fácil a confusão em certas épocas do ano e sobretudo quando o verdadeiro se não vê. Com menos atenção, ou maior inexperiência, também podem fazer confusão, por serem aspectos caracterìsticamente cruciformes, duas outras combinações: α, β, γ *Trianguli*, α *Centauri*, ou β, θ, υ, ω *Carinae*. Estas observações mostram bem o êrro que pode cometer-se quando se quer vêr, numa simples referência a um grupo de quatro estrêlas austrais, uma indicação segura do Cruzeiro.

Quando Vespúcio perdia o sono da noite, procurando descobrir uma estrêla polar do sul, havia já meio século que de bordo das naus portuguesas se começara o estudo das constelações austrais. Na

---

1 Tem-se tambêm querido identificar com o Cruzeiro o *Thronon Caesaris* de que fala Plínio (n. 23 — m. 81 d. de C.) na sua *Hist. Nat.*, L. II, Cap. LXXI: «Septentriones non cernit Troglodytice, et confinis Aegyptus: nec Canopum Italia, et quem vocant Berenices crinem; item, quem sub divo Augusto cognominavere Caesaris thronon: insignes ibi stellas». A êste respeito diz Humboldt: «On a dit, *sans le démontrer*, que la flatterie courtisanesque des savants alexandrins qui avaient changé l'étoile de Canopus en un *Ptolemaeon*, avait aussi rattaché, pour faire honneur à Auguste, les etoiles dont se compose la Croix du sud à un *Caesaris Thronon*, constamment invisible en Italie» (*Cosmos*, tomo II, trad. de Galuski, Paris, 1886, pág. 352). As estrêlas do Cruzeiro estão incluidas no Centauro, sem formar constelação distinta, no catálogo de Ptolomeu, que se refere ao ano 137 ou 138 da nossa era.

obra de Ramusio, *Navigationi et viaggi*, encontra-se a narrativa, escrita por Luiz de Cadamosto, das duas navegações por êle feitas em serviço do Infante D. Henrique. A descripção das duas navegações, traduzida do italiano para português, foi publicada em 1812 pela Academia das Sciências de Lisboa. Para a primeira navegação partiu Cadamosto em março de 1455, numa caravela nova de 45 toneladas que o Infante lhe mandou armar, da qual era patrão Vicente Dias, natural de Lagos, costeando a África até ao rio Gambia. De observações astronómicas, feitas na embocadura dêste rio, trata Cadamosto no capitulo final da narrativa desta primeira viagem:

«Nos dias, que estivemos sobre a embocadura deste rio, não vimos mais que huma vez a estrella do Norte: aparecia muito baixa sobre o mar, e era necessario para a vêr estar o tempo muito claro, parecendo levantada delle sómente cousa de huma lança de altura. Tambem vimos sobre o mar seis estrellas claras, luzentes, e grandes, e tirando-lhe o lugar pela Bussola, vimo-las direitas ao Sul, figuradas por este modo • ⁝ ••, e assim julgamos ser o Carro do Sul: mas a estrella principal não se via, nem era possivel vêlla senão perdendo de todo a do Norte. Neste lugar achamos a noute de onze horas e meia, e o dia de doze e meia, estando em o principio de Julho, a dous do dito mez se não me engano»[1].

A disposição em cruz dêste esbôço de estrêlas, como se vê na obra de Ramúzio, não merece confiança. É naturalmente um arranjo que melhor conveio ao tipógrafo. O que se depreende do texto é que Cadamosto e os companheiros procuravam formar um Carro do Sul, como depois Mestre João uma Buzina austral. As seis estrêlas teem pois uma disposição análoga à da Ursa Maior, devendo completar-se por uma sétima, mais próxima do polo, que êles supunham poder vêr-se, depois de perder de todo a do Norte. Estavam em 13° de latitude norte. Em dois de julho, no começo da noite, o Cruzeiro ia inclinado a 45° para o poente. Podiam vê-lo então sôbre o mar, próximo ao seu ocaso. É possivel que naquêle grupo de seis estrêlas entrassem as do Cruzeiro. O que é certo é que já nêste ano de 1455

---

[1] Transcrevemos da tradução portuguesa, contida na *Colecção de noticias para a história e geografia das nações ultramarinas*, publicada pela Academia das Sciências, tomo II, n.º 1, Lisboa, 1812, pág. 57. É a estas observações de Cadamosto que no capitulo anterior (pág. 118) nos queremos referir. Demo-las porêm como feitas na segunda navegação. Fica assim rectificado esse engano.

a tripulação de uma caravela portuguêsa estuda com vivo interesse as estrêlas do sul.

Podemos agora reconstituir a história do Cruzeiro. Ao passo que as descobertas se estendiam para o equador, os navegadores portugueses trataram de estudar as estrêlas austrais em busca de constelações que indicassem o polo, como no norte as Ursas. Em 1455, numa latitude de 13° ao norte, Cadamosto e os companheiros imaginam um Carro do Sul de que não veem uma das estrêlas, não duvidando contudo da sua existência. Em 1500, numa latitude sul de 17°, o físico Mestre João forma junto do polo antártico uma Buzina, cuja bôca vem abrir-se no actual Triângulo; e fala ao rei D. Manuel da Cruz do sul, em que duas estrêlas apontam na direcção do polo, como de constelação conhecida. É assim natural que os pilotos da expedição de Vasco da Gama tivessem já conhecimento dela. João de Lisboa, que parece ter sido um dêsses pilotos, estuda em Cochim, por 1506, com Pero Anes, a constelação do Cruzeiro e no seu *Tratado da Agulha,* de 1514, ensina a determinar por êle o desvio da agulha, a latitude do lugar e as horas da noite, ficando assim completamente resolvido o problema que vinha sendo pôsto ha tantos anos. As referências de Corsali e Pigafetta são posteriores.

A estância, pois, que estamos comentando, em que Vasco da Gama chama ao Cruzeiro «nova estrêla, não vista de outra gente», exprime esta verdade: a nova constelação foi primeiro assinalada na esfera celeste pelos portugueses como a mais adequada para as navegações austrais. Que o Cruzeiro do sul era uma constelação bem portuguesa devia ser tradição ainda viva no tempo de CAMÕES.

2. — *Os antárticos frios e os ardores equatoriais.* Em continuação da passagem, atrás citada (pág. 150), em que Pedro Nunes diz que os portugueses, entrando sem receio pelo Oceano, descobriram novas terras, novos mares e, o que mais é, novo céu e novas estrêlas, acrescenta:

«E perderanlhe tanto o medo: que nem *ha grande quentura da torrada ȝona:* nem o *desconpassado frio da extrema parte do sul:* com que os antigos scriptores nos ameaçauam lhes pode estoruar: que perdendo a estrella do norte: & tornandoa a cobrar: descobrindo & passando ho temeroso cabo de Boa esperança: ho mar de Ethiopia: de Arabia: de Persia: poderam chegar a Jndia. Passaram o rio Ganges tam nomeado a grãde Trapobana: & as ilhas mais orientais».

Esta firmeza de ânimo perante os ardores equatoriais e os frios antárticos também o poeta enaltece em VIII, 67:

Porque se eu de rapinas só viuesse
Vndiuago, ou da patria desterrado,
Como cres que tam longe me viesse,
Buscar assento incognito & apartado?
Porque esperanças, ou porque interesse,
Viria exprimentando o mar yrado,
Os Antarticos frios, & os ardores
Que sofrem do Carneyro os moradores?

O receio da grande quentura da zona tórrida, com que os antigos escritores ameaçavam quem ousasse aproximar-se dela, era uma das causas principais das murmurações que contra o descobrimento da Guiné faziam, segundo João de Barros, não sòmente os mareantes, mas ainda outras pessoas de mais qualidade (Década I, liv. I, cap. IV):

«Cá segundo os antigos escreuerã das partes do mundo, todos afirmã q̃ esta per que o sol anda a que elles chamam torrida zona, nam é habitada. Ora onde o jnfante manda descobrir, é já tanto dentro do feruor do sol, que de brancos que os homeẽs sam, se lá for alguũ de nos, ficará (se escapar) tam negro como sam os Guineus vesinhos a esta quentura».

Já vimos no capítulo VII (pág. 94) como no texto de Sacrobosco se afirma a inhabitabilidade da zona tórrida e das zonas glaciais, comentando o tradutor Pedro Nunes, em anotação, que «as navegações dos portugueses nos amostraram que não ha terra tão destemperada por quente nem por fria em que não haja homens».

É êste feito de ousadia perante os terrores com que a sciência do tempo os ameaçava, e cuja falsidade os portugueses acabaram por mostrar, que o poeta celebra na estância transcrita. Propriamente quando Vasco da Gama partiu para a sua viagem já aqueles terrores estavam dissipados, mas, na sua fala ao Samorim, devemos considerar a figura do Gama como a personificação de toda essa sucessão de navegadores, que êle continua, os quais

Crescendo cos successos bons primeyros
No peyto as ousadias, descobriram
Pouco & pouco caminhos estrangeyros,
Que hũs, succedendo aos outros, proseguiram.
(VIII, 72).

Os frios do sul faziam particularmente sentir-se. Descrevendo como alcançam as honras imortais os que são de fama amigos, não esquece o poeta que uma das duras provas se experimenta

Vencendo os torpes frios no regaço
Do Sul, & regiões de abrigo nuas.
(VI, 97).

A explicação que CAMÕES dá do maior rigor do frio no hemisfério austral, por falta de abrigo da parte do polo, é a que se encontra na *Asia* de João de Barros, na descrição da viagem de Fernão de Magalhães ao longo da costa sul-americana, em busca de passagem para o *mar de Ponente* (Década III, livro V, cap. IX):

«Seguindo seu descobrimento, chegarão a dous de abril do anno de quinhentos & vinte, a hum rio a que chamarão de são Julião, que está em cincoenta graos: & isto já com tantas tormẽtas & frios, que os mareantes não podiam marear as velas. Porque naquellas partes o inverno, em proporção de clima[1] he mais frio, que da parte do Norte: assi por razão do auge do sol, como querem os astronomos, como por ser *desabrigado* de terra firme da parte do polo».

Hoje é conhecido o regimen de correntes atmosféricas e maritimas do Atlântico, que, na sua parte sul, comunica com o Oceano glacial antártico por todo o largo espaço que vai desde o Cabo Horn ao Cabo das Agulhas. A corrente do Brasil, inflectindo-se para leste, arrasta consigo as aguas frias da corrente do Cabo Horn que dirige sôbre a costa africana. Ao longo da costa da Patagónia vem do sul a corrente fria de Falkland.

A viagem de Magalhães é o último feito cantado nos *Lusíadas:*

Ao longo desta costa que tereis
Yrá buscando a parte mais remota
O Magalhães, no feito com verdade
Portugues, porem não na lealdade.

Desque passar a via mais que mea,
Que ao Antartico polo vay da linha,
Dhũa estatura quasi Gigantea
Homẽs vera, da terra ali vizinha:
E mais auante o estreito, que se arrea
Co nome delle agora, o qual caminha

[1] *Em proporção de clima* — quer dizer: em proporção da latitude. Êste trecho foi transcrito da edição de Lisboa, 1628.

Pera outro mar & terra que fica onde
Com suas frias asas o Austro a esconde.
(X, 140 e 141).

Foi da terra vizinha àquele rio de S. Julião, situado por 50° de latitude austral, a mais de meia distância portanto do equador ao polo antártico, que vieram os homens de estatura gigantesca, a que Magalhães deu o nome de Patagões.

Fernão de Magalhães deixou o seu nome ligado ao Estreito por êle descoberto. Na esfera celeste o seu nome se juntou ainda às Nuvens estelares que brilham no hemisfério austral. Também o feito do Gama merecia ser comemorado entre as estrêlas como diz CAMÕES, quando descreve a partida de Belem:

Pellas prayas vestidos os soldados,
De varias cores vem, & varias artes,
E não menos de esforço aparelhados
Pera buscar do mundo nouas partes:
Nas fortes naos os ventos sossegados,
Ondeão os aerios estandartes,
Ellas prometem vendo os mares largos
De ser no Olimpo estrellas como a de Argos.
(IV, 85).

Os astrónomos não se lembraram de fazer à Armada do Gama tão merecida consagração. A heroica empresa terá porêm fama imorredoira nos versos do poeta, a quem foi dada «uma furia grande e sonorosa», para cantar as glórias da sua pátria.

X

A astronomia em Dante e Camões

1. *A máquina do mundo.* — No estudo que fizemos no anterior capítulo a propósito da estância V, 14, mostrámos que CAMÕES celebra nela êste facto, que revela o saber náutico dos pilotos portugueses na época dos descobrimentos: foram eles que, procurando na esfera celeste, desde o meiado do século XV, um asterismo que lhes servisse de guia, como no norte a *Buzina*, acabaram por descobrir, na região do Centauro, um grupo de estrêlas apropriado àquêle uso náutico, isolando-o numa constelação distinta, a que deram o nome de Cruzeiro do Sul. O reconhecimento da origem portuguesa desta constelação tem sido retardado pela opinião, até há poucos anos geralmente aceite, que identificava com o Cruzeiro as quatro estrêlas que Dante (n. 1265, m. 1321) põe junto do polo antártico, nos cantos I e VIII do *Purgatório*. Os trabalhos, porêm, de astronomia dantesca que últimamente publicaram, em Itália, Rizzacasa de Orsogna e F. Angelitti, vieram provar cabalmente a falsidade de tal opinião. Vamos indicar o caminho por eles seguido, o que nos leva à análise das ideias astronómicas de Dante, complemento indispensável a êste nosso estudo de astronomia camoneana [1].

CAMÕES aliava ao seu engenho poético uma vasta erudição, como Dante juntava ao seu génio poético um profundo saber. Ambos tinham sólidos conhecimentos de astronomia, que CAMÕES revela nos

[1] Neste capítulo tentamos fazer um resumo do genial estudo, *Sugli accenni danteschi...*, a que já nos referimos, do ilustre director do Observatório de Palermo, sr. F. Angelitti. Pondo de parte as fórmulas e cálculos minuciosos que o acompanham, limitamo-nos apenas a considerações geométricas elementares. Os admiradores de Dante e de CAMÕES, a quem os cálculos astronómicos não sejam familiares, poderão assim fazer uma ideia aproximada de tão formoso estudo, publicado na *Rivista di astronomia*, Torino, anos de 1912 e 1913.

Lusiadas e Dante manifesta nas suas poesias e nas suas obras em prosa, particularmente em *Il Convito*.

A concepção do sistema do mundo de CAMÕES difere nalguns pontos da de Dante, que escreveu no alvorecer do século XIV. Em *Il Convito* (Trat. II, Cap. III) explica Dante que Aristóteles suposera haver apenas oito céus, — os sete céus dos sete planetas, envolvidos pela esfera das estrêlas fixas —, seguindo nisto os antigos astrónomos dum tempo de observações mais grosseiras, em que nas estrêlas se notava apenas a revolução diurna; mas Ptolomeu, sabendo já que a oitava esfera tinha, àlêm do movimento diurno de oriente para ocidente em tôrno da linha dos polos do equador, um movimento lento em sentido contrário em tôrno da linha dos polos da eclíptica, descoberto por Hiparco, acrescentara um nôvo céu por fora do céu estrelado. Este nono céu, chamado cristalino ou primeiro móbil, era a esfera propulsora do movimento diurno que arrastava consigo todos os céus interiores numa volta completa em quási 24 horas, isto é, em 23 horas e $\frac{14}{15}$ duma hora, como Dante diz [1]; o movimento lento, que hoje chamamos de precessão dos equinócios, ficou sendo considerado como próprio da oitava esfera. A situação dos diferentes céus é em seguida (Trat. II, Cap. IV) assim descrita:

«Ed è l'ordine del sito questo, che 'l primo che numerano è quello dov' è la luna: lo secondo è quello dov' è Mercurio: lo terzo è quello dov' è Venere: lo quarto è quello dov' è il Sole: lo quinto è quello dov' è Marte: lo sesto è quello dov' è Giove: lo settimo è quello dov' è Saturno: l'ottavo è quello delle Stelle: lo nono è quello che non è sensibile se non per questo movimento che è detto di sopra [2], lo quale chiamano molti cristallino, cioè diafano, ovvero tutto transparente. Veramente, fuori di tutti questi, li cattolici pongono lo Cielo Empireo, che tanto vuol dire, quanto cielo di fiamma ovvero luminoso: e pongono, esso essere immobile...... E questo quieto e pacifico cielo è lo luogo di quella Somma Deità che sè sola compiutamente vede».

Tal é a máquina do mundo de Dante, formada pelos nove céus de Ptolomeu, movendo-se dentro do Empíreo católico.

Tendo-se, porêm, julgado necessário, para explicar desigualdades que parecia haver no movimento da oitava esfera, atribuir-lhe um ter-

---

[1] $\frac{1}{15}$ de 1 hora equivale a 4 minutos. O dia sideral é menor que o dia solar médio 4 minutos aproximadamente.

[2] O movimento diurno, de que falou no Cap III.

ceiro movimento, chamado de trepidação, teve de acrescentar-se mais uma esfera. O céu estrelado passou a ter, como próprio dêle, o movimento trepidatório; para a nona esfera, ou céu cristalino, passou o movimento lento de ocidente para oriente, antes atribuído à oitava esfera; o décimo céu, novamente acrescentado, ficou sendo o primeiro móbil, propulsor da rotação diurna. É assim a máquina do mundo, descrita por Camões no canto X, constituída por dez esferas, girando dentro do Empíreo imóvel.

O sistema de Dante concorda com o texto da *Sphaera* de Sacrobosco. Pedro Nunes, na sua tradução desta obra, corrige o texto original em anotações marginais, que deixámos transcritas no princípio do Cap. III (págs. 19 e 20); de acôrdo com estas anotações é feita a descrição de Camões.

Sacrobosco atribue à oitava esfera o andamento de 1 gráu em 100 anos. Pedro Nunes anota que tal era a opinião de Ptolomeu, mas que os astrónomos acharam depois que êste movimento de ocidente para oriente pertencia à nona esfera, e não era de 1 gráu em 100 anos, mas de 1 gráu e 28 minutos em 200 anos. Assim também diz Camões, em X, 86, que o nono céu anda

Tam lento & sojugado a duro freyo,
Que em quanto Phebo, de luz nunca escasso
Dozentos cursos faz, da elle hum passo.

Dante segue, como Sacrobosco, a opinião de Ptolomeu, atribuindo à esfera estrelada o andamento dum gráu por século. Assim o afirma expressamente em *Il Convito* (Trat. II, Cap. VI), quando, contando os movimentos do planeta Vénus, enumera três: primeiro, o do planeta no seu epiciclo: segundo, o do centro do epiciclo no deferente, que se completa num ano; terceiro, o comunicado a todo o céu de Vénus pela oitava esfera. Dante descreve assim os três movimentos:

«Uno, secondochè la stella si muove verso lo suo epiciclo; l'altro, secondochè lo epiciclo si muove con tutto il cielo ugualmente con quello del sole; il terzo, secondochè tutto quel cielo si muove, seguendo *il movimento della stellata spera,* da occidente in oriente, *in cento anni uno grado.* Sicchè a questi tre movimenti sono tre movitori».

Dante não adopta pois, para a oitava esfera, o andamento proposto pelos astrónomos afonsinos, extremamente lento, de 1 gráu e 28 minutos em 200 anos, ou duma volta completa em 47.000 anos,

que encontramos em CAMÕES; nem o andamento muito mais rápido, de 1 gráu em cada 66 anos, ou duma volta completa em 23.760 anos, que Albaténio deduzira, comparando as suas observações das estrêlas Antares, Coração do Lião, e Sírio com as feitas por Menelao; seguindo, porêm, Ptolomeu, adopta o movimento de 1 gráu em 100 anos, ou duma volta completa em 36.000 anos, valor que é quasi a média aritmética daqueles números 47.000 e 23.760.

O poeta vinha enumerando os diferentes movimentos a considerar na esfera de Vénus, que é a terceira, para contar os seus agentes motores, já por êle definidos no precedente capítulo (Trat. II, Cap. V) de *Il Convito*:

«È adunque da sapere primamente, che li movitori di quello (terzo cielo) sono sustanze separate da materia, cioè intelligenze, le quali la volgare gente chiama angeli».

Os movimentos do terceiro, bem como de todos os outros céus, são dirigidos por creaturas espirituais, puras inteligências, a que a gente vulgar chama anjos. Estas creaturas angélicas repartem-se por três categorias e cada categoria compreende três ordens, havendo assim nove ordens, correspondentes aos nove céus. A primeira categoria é formada pelos Anjos, Arcanjos e Trônos, que respectivamente fazem mover os céus da Lua, de Mercúrio e de Vénus; as Dominações, Virtudes e Principados constituem a segunda categoria e movem respectivamente os céus do Sol, de Marte e de Júpiter; finalmente as Potestades, Querubins e Serafins, compreendidos na terceira categoria, dirigem os movimentos da esfera de Saturno, do Firmamento e do primeiro móbil[1].

Estas creaturas espirituais não actuam por contacto material; fazem mover os céus, apenas *entendendo*. Tal acção, por mero intelecto, é definida no primeiro verso da canção que Dante vem comentando no Trat. II de *Il Convito*:

Voi che, intendendo, il terzo ciel movete,

---

[1] Esta enumeração das ordens e categorias é feita segundo a sucessão das esferas desde a primeira, que é a da Lua, até à nona, que é a do primeiro móbil. A ordem de hierarquia angélica é a inversa, ocupando o primeiro lugar os Serafins e o último os Anjos. No *Paraiso*, XXVIII, Dante segue a classificação de S. Dionísio Areopagita, que inclue na primeira jerarquia os Serafins, Querubins e Trônos; na segunda, as Dominações, Virtudes e Potestades; e na terceira, os Principados, Arcanjos e Anjos.

onde invoca os Trônos que, *entendendo*, causam os movimentos do céu de Vénus.

Tendo contado três movimentos neste céu, a que correspondem três agentes motores, Dante não mencionou ainda o movimento diurno, por isso continua:

«Ancora si muove tutto questo cielo, e rivolgesi coll' epiciclo, da oriente in occidente, ogni dì naturale una fiata; lo quale movimento, se esso é da intelleto alcuno, o *se esso é dalla rapina del primo mobile*, Iddio lo sa, chè a me pare presuntuoso a giudicare».

É ponto de dúvida para o poeta se o movimento de toda a esfera de Vénus de oriente para ocidente uma vez em cada dia é produzido, como os outros três, por algum intelecto, ou se provêm da *rapina* do primeiro móbil; parece-lhe presunçoso decidir; Deus é que sabe. Não tem, porêm, esta dúvida no *Paraiso*, XXVIII, 70-73:

Dunque costui, che tutto quanto *rape*
L'altro universo, corrisponde
Al cerchio che più ama e che più sape.

O demonstrativo *costui* indica o primeiro móbil, o qual arrasta consigo *(rape)* todos os outros céus e corresponde, segundo Dante, ao círculo dos Serafins, a ordem angélica que mais participa do amor e da sapiência divina.

Tambêm Camões, depois de ter dito que debaixo do Empíreo imóvel corre, tão leve e tão ligeiro que não se enxerga, o *Móbile primeiro*, continua em X, 86:

Com este *rapto* & grande mouimento,
Vão todos os que dentro tem no seyo
Por obra deste, o Sol andando a tento
O dia & noite faz, com curso alheyo.

Assim se explicava o movimento diurno de todas as esferas, levadas na *rapina* do primeiro móbil, como diz Dante, ou no movimento *rapto*, como diz Camões. Já no Cap. vi (pág. 58) vimos como Sacrobosco se exprimia a êste respeito: «Sed primus omnes alias sphaeras secum impetu suo *rapit* intra diem, & noctem circa terram semel».

Alêm desta rotação comunicada pelo primeiro móbil a todas as esferas, tinha o céu estrelado a *sua* revolução lenta em sentido contrário, à razão de 1 gráu por século, segundo Dante, que tão presente

tinha sempre tal movimento que até por êle conta a idade de Beatriz, quando pela primeira vez a viu, como se lê na *Vita Nuova*, § II:

«Nove fiate già appresso al mio nascimento, era tornato lo cielo della luce quasi ad un medesimo punto, quanto alla sua propria girazione, quando alli miei occhi apparve prima la gloriosa donna della mia mente, la quale fu chiamata da molti Beatrice, i quali non sapeano che si chiamare. Ella era già in questa vita stata tanto, che nel suo tempo lo cielo stellato era mosso verso la parte d'oriente delle dodici parti l'una d'un grado: si che quasi dal principio del suo anno nono apparve a me, ed io la vidi quasi alla fine del mio nono anno».

Já o céu do Sol, no seu giro próprio anual, ia completar nove voltas, contadas desde o nascimento do poeta, que portanto ia quási no fim do seu nono ano, quando a gloriosa dama do seu pensamento pela primeira vez apareceu aos seus olhos. Então tinha ela já estado nesta vida o tempo bastante para o céu estrelado se mover para oriente uma das dôze partes de 1 gráu. Movendo-se a esfera das estrêlas fixas 1 gráu em 100 anos, o avanço dum duodécimo de gráu fazia-se em 100 meses, isto é, em 8 anos e 4 meses. Tal era a idade de Beatriz no seu primeiro encontro com Dante, em 1 de maio de 1274.

Neste movimento lentíssimo de 1 gráu em 100 anos gastaria o firmamento 36.000 anos a dar uma volta inteira. Mas esta volta não chegaria a completar-se. Alguns Padres da Igreja atribuiam ao mundo uma duração de 7.000 anos apenas, e Dante assim pensava também. Colocando no ano 5.200, ou 5199, da criação o comêço da era vulgar, Dante, em cuja vida se tinham completado treze séculos depois de Cristo, contava como decorridos já no seu tempo sessenta e cinco séculos de duração do mundo. Faltavam apenas cinco séculos. O céu estrelado tinha volvido 65 gráus, isto é, pouco mais dum sexto dos 360 gráus duma revolução completa. O movimento celeste aproximava-se da sua consumação. Assim o afirma em *Il Convito*, Trat. II, Cap. XV, quando compara o firmamento com a Física, pelo seu movimento diurno, e com a Metafísica, pelo seu movimento quási insensível de ocidente para oriente:

«Ancora, per li due movimenti, significa queste due scienze; che per lo movimento, nel quale ogni dì si rivolve, e fa nuova circulazione di punto a punto, significa le cose naturali corrutibile, che cotidianamente compiono lor via, e la loro materia si muta di forma in forma; e di questo tratta la fisica; e per lo movimento quasi insensibile, che fa da occidente in oriente per un grado in cento anni, significa le cose

incorruttibili, le quali ebbero da Dio cominciamento di creazione, e non aranno fine, e di queste trata la metafisica. E però dico che questo movimento significa quelle, che essa circulazione cominciò, che non avrebbe fine; chè fine della circulazione è redire a uno medesimo punto, al quale non tornerà questo cielo, secondo questo movimento, che *dal cominciamento del mondo poco più che la sesta parte è volto; e noi siamo già nell'ultima etade del secolo,* e attendemo veracemente la consumazione del celestiale movimento».

Tendo o firmamento volvido pouco mais dum sexto da sua lenta revolução, Dante julgava-se no último milénio do movimento celestial.

2. *O duplo movimento da oitava esfera.* — Camões considerava, com Pedro Nunes, um triplo movimento na oitava esfera: o trepidatório, próprio dela; o movimento lento de ocidente para oriente, comunicado pela nona esfera; e o diurno, causado pelo décimo céu, como mostrámos no Cap. III. Dante, com Ptolomeu, considerava nela apenas um duplo movimento: o de 1 gráu por século de ocidente para oriente em tôrno dos polos da eclíptica, que lhe era próprio, e o diurno, em que era arrebatada pelo nono céu, como acabamos de ver.

Atendendo sempre a estes dois movimentos, resolvia Dante o problema astronómico da determinação das estrêlas visíveis dum determinado lugar da Terra em qualquer época e o problema recíproco dêste, da limitação da zona terrestre donde uma determinada estrêla se pode ver. Êle ponderou até as circunstâncias da visibilidade do céu estrelado e dos planetas, na hipótese teórica da não-existência do movimento diurno. Parecendo-lhe o primeiro móbil, pela sua acção sôbre as outras esferas, comparável à Filosofia moral, na sua influência sôbre as outras sciências, explica assim essa semelhança em *Il Convito,* Trat. II, Cap. XV:

«Onde ponemo che possibile fosse *questo nono cielo non muovere, la terza parte del cielo sarebbe ancora non veduta in ciascuno luogo della terra;* e Saturno sarebbe quattordici anni e mezzo a ciascuno luogo della terra celato, e Giovi sei anni si celerebbe; e Marte un anno quasi, e 'l sole cento ottantadue dì e quattordici ore (dico dì, cioé tanto tempo quanto misurano cotanti dì); e Venere e Mercurio, quasi como il sole, si celerebbero e mostrerebbero; e la luna per tempo di quattordici dì e mezzo starebbe ascosa a ogni gente. Di vero non sarebbe quaggiù generazione, nè vita d'animale e di piante: notte non sarebbe,

nè dì, nè settimana, nè mese, nè anno; ma tutto l'universo sarebbe disordinato, e 'l movimento degli astri sarebbe indarno. E non altrimenti, cessando la morale filosofia, l'altre scienze sarebbono celate alcun tempo, e non sarebbe generazione, nè vita di felicità, e indarno sarebbono scritte e per antico trovate».

Se o nono céu se não movesse, como Dante figura, o firmamento não seria levado na rotação de cada dia, os homens contemplariam uma abóbada celeste que a princípio julgariam imóvel sôbre o horizonte. No decorrer dos séculos verificariam que as estrêlas iam desaparecendo lentamente do lado do oriente, surgindo novos astros do lado do ocidente e descobririam assim o movimento do céu estrelado em volta dos polos da eclíptica de 1 gráu por século. Os habitantes dos lugares por onde passa o plano da eclíptica estariam, relativamente a êste movimento, em condições análogas àquelas em que estão os habitantes do equador a respeito do movimento diurno. Em qualquer lugar do equador o hemisfério celeste que se vê no comêço da noite, girando em tôrno dos polos, situados no horizonte, acaba por desaparecer no fim de 12 horas, sendo substituído pelo hemisfério inferior; todas as estrêlas podem assim ser vistas no tempo duma semi-revolução diurna. Anàlogamente, na hipótese figurada por Dante, em cada lugar da Terra, situado debaixo da eclíptica, seriam observadas todas as estrêlas no fim de 18.000 anos, tempo da semi-revolução do firmamento. Decorrida, porêm, apenas a sexta parte do tempo duma revolução, isto é, volvidos 6.000 anos desde a criação, só um sexto da esfera celeste se teria tornado aparente em cada um dêstes lugares, àlêm do hemisfério primitivamente visível; ter-se-ia pois visto metade e mais um sexto, e portanto dois terços do céu estrelado. Um têrço restaria ainda por observar.

Nos lugares cujo zenite coincidisse com qualquer dos polos da eclíptica ver-se-ia sempre o mesmo hemisfério girando lentamente em tôrno da vertical como a mó dum moinho. Nestes dois pontos não ficaria um têrço apenas, mas sim metade do céu, sempre invisível.

Considerando o que sucede para os lugares intermédios, cujo zenite fica entre a eclíptica e qualquer dos seus polos, conclue-se[1] que em qualquer dêsses lugares estaria ainda por ver, decorridos sessenta séculos, menos que metade, mas mais duma têrça parte, do firmamento.

Em suma, a afirmação dantesca que um têrço do céu estrelado

[1] Êste problema é tratado completamente pelo sr. Angelitti na *Rivista di Astronomia*, Torino, vol. VI, págs. 506-511.

não teria ainda sido vista no seu tempo, se a nona esfera se não movesse, deve entender-se neste sentido: que em cada lugar da superfície da Terra teria sido vista metade, mas em nenhum mais de dois têrços, do céu, e portanto estaria ainda por ver, pelo menos, a têrça parte. É certo que Dante contava como decorridos na sua vida 6.500 anos desde a criação. O céu tinha avançado mais 5 gráus àlêm de $\frac{1}{6}$ de volta, e rigorosamente devia dizer que estariam por ver $\frac{115}{360}$ [1], ou $\frac{23}{72}$, do céu estrelado. O poeta preferiu porêm a fracção simples $\frac{1}{3}$, exprimindo-se dum modo aproximado, *grossamente assegnando,* como êle costuma dizer.

O caso teórico imaginado por Dante, que acabamos de resumir, mostra como êle se comprazia na resolução de problemas de astromia esférica. Vamos agora ver como êle considerava o movimento efectivo do firmamento.

Para distinguir as diferentes circunstâncias da visibilidade das estrêlas, resultantes do movimento diurno, num lugar qualquer da Terra, é conveniente lembrar como a esfera celeste é dividida em três regiões por dois círculos menores paralelos ao equador, traçados em volta de cada polo como centro, com um raio esférico dum número de gráus igual à latitude geográfica do lugar, as quais são: uma calote esférica contendo as estrêlas circumpolares aparentes; a calote simétrica, das estrêlas circumpolares ocultas; e a zona intermédia, das estrêlas com nascimento e ocaso. Os dois círculos da fig. 1 representam a esfera terrestre e a celeste. O círculo $PZP'Z'P$, passando pelos polos P e P' do equador e pelo zenite Z dum ponto L da superfície da Terra, é o meridiano do lugar L. HH' e $Q'Q$ são as projecções do horizonte racional e do equador sôbre esse meridiano. P é o polo boreal e P' o austral.

Consideremos primeiro um lugar L de latitude geográfica φ, boreal, medida na esfera celeste pelo arco $\widehat{ZQ}$. $HPAH$ é a projecção da calote esférica limitada pelo círculo menor, traçado em volta do polo norte com um raio esférico $\widehat{PH}$, igual à altura do polo, e portanto à latitude. Esta calote contêm as estrêlas circumpolares boreais, que durante todo o movimento diurno em tôrno de PP' se conservam acima do horizonte HH'; é a *calote circumpolar aparente.* A calote simétrica $A'P'H'A'$, que cerca o polo sul, contêm as estrêlas circumpolares austrais, que durante o movimento diurno se conservam abaixo do

---

[1] Em 6.500 anos o firmamento tinha volvido 65 gráus; faltavam 115 gráus para os 180 duma semi-revolução, que se efectuaria em 18.000 anos.

horizonte HH'; é a *calote circumpolar oculta*. A zona intermédia $HAQH'A'Q'H$, compreendida entre os paralelos HA e $A'H'$, contêm as estrêlas que em cada dia surgem no oriente, acima do horizonte de L, para desaparecerem no poente.

Se, em vez de L, se tratasse dum lugar L' de latitude geográfica φ, austral, seria *circumpolar aparente* a calote $A'P'H'A'$, que cerca o polo sul; e a *calote circumpolar oculta* seria $HPAH$.

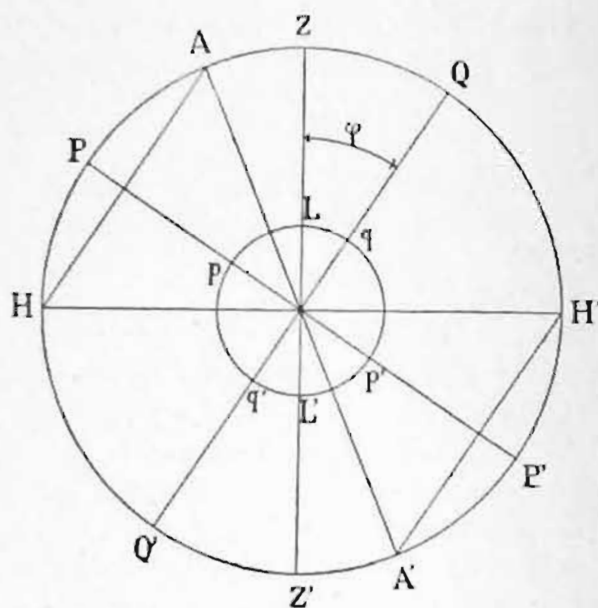


Fig. 1.

A distância do paralelo celeste AH ao equador, isto é, a sua declinação é medida pelo arco $\widehat{AQ} = 90° - \widehat{PA} = 90° - \varphi$. A declinação de $A'H'$ é de igual valor, mas austral. Concluimos pois que, num lugar de latitude geográfica dada, os paralelos celestes, boreal e austral, de declinação igual ao complemento dessa latitude, destacam em volta dos polos celestes as duas calotes circumpolares, uma aparente e outra oculta.

Consideremos agora o problema recíproco, isto é, como são vistas duma dada estrêla as diferentes partes da superfície da Terra, durante a rotação diurna da esfera celeste. O plano da figura é o círculo máximo que passa pela linha dos polos PP' e pela estrêla dada S (fig. 2). Seja δ o valor da declinação do astro, isto é, da sua distância $\widehat{SQ}$ ao equador QQ', a qual começamos por supôr boreal. HH' é a projecção do círculo máximo perpendicular ao diâmetro SS' dirigido para a estrêla; o plano dêste círculo separa no orbe terrestre o hemisfério, em cada instante visível ao astro S, do hemisfério invisível. O arco terrestre $\widehat{ph}$ mede o mesmo ângulo que o arco celeste $\widehat{PH}$, igual ao

arco $\widehat{SQ}$, e portanto tem o mesmo número de gráus da declinação δ da estrêla. O paralelo terrestre que se projecta em ah, descrito em volta do polo terrestre boreal p com o raio esférico $\widehat{ph}$, limita a calote boreal terrestre que durante toda a rotação diurna se vê constantemente do astro S; é a calote *circumpolar aparente*. A calote simétrica $a'p'h'a'$ conserva-se durante a rotação diurna invisível ao astro S; é a calote *circumpolar oculta*. A zona intermédia $haqh'a'q'h$ contêm

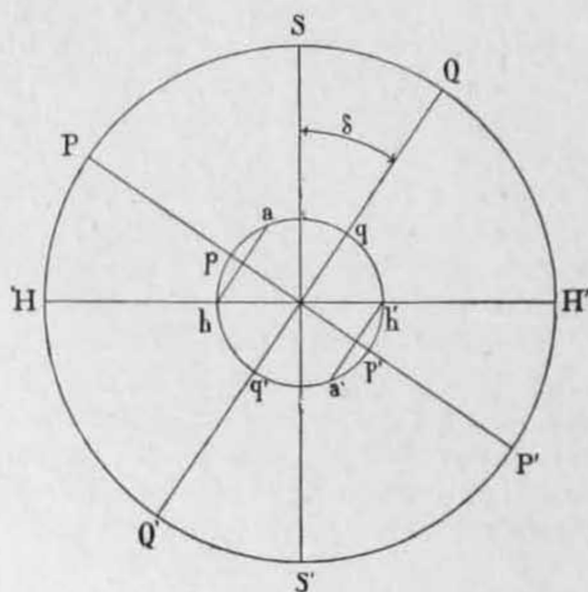


Fig. 2.

os lugares da Terra que durante a revolução diurna aparecem e se ocultam à estrêla.

Se, em vez de S, considerássemos uma estrêla S' de declinação austral $Q'S' = \delta$, seria *circumpolar aparente* a calote $a'p'h'a'$ e *circumpolar oculta* a calote $hpah$.

O paralelo terrestre ah dista do equador qq' um arco $\widehat{aq}$, ou $\widehat{hq'}$, igual a $90° - \widehat{hp}$, ou a $90° - \delta$, isto é, a sua latitude geográfica é o complemento da declinação do astro. O paralelo $a'h'$ tem uma latitude geográfica do mesmo valor, mas austral. Ora a distância polar do astro S é $PS = 90° - \delta$, e a distância polar de S' é $P'S' = 90° - \delta$. Conclue-se pois que para uma estrêla dada, situada ao norte ou ao sul do equador, os dois paralelos terrestres de latitudes geográficas, boreal e austral, iguais, em valor absoluto, à distância polar da es, srêla, destacam em volta dos polos do globo terráqueo as duas calotes circumpolares, uma aparente e outra oculta ao astro constantementet durante a revolução diurna.

Em particular, se a estrêla é equatorial e portanto $\delta = 0$, as dua-

calotes anulam-se, e todas as partes da superfície terrestre são, em cada dia sideral, aparentes ao astro durante 12 horas e ocultas durante as outras 12.

Apliquemos o que se acaba de dizer às estrêlas da Ursa maior no ano de 1300, para nos reportarmos à época da mística viagem descrita por Dante na *Divina Comédia*. Na tabela do Cap. VIII (pág. 120) podem ler-se as distâncias polares das sete estrêlas principais daquela constelação nesse ano; a maior distância polar é a da η, de $37^{\circ},11$, ou $37^{\circ}6'36''$, que arredondaremos em $37^{\circ}7'$. O paralelo terrestre com a latitude geográfica boreal de $37^{\circ}7'$ destacava pois, naquela época, a calote circumpolar terrestre aparente àquela estrêla, o que quer dizer que todos os lugares da Terra, de latitude norte superior a $37^{\circ}7'$, se conservavam visíveis à η *Ursae majoris* durante a rotação diurna; e portanto de todos esses lugares se podia ver aquela estrêla constantemente acima do horizonte. E juntamente se podiam também ver as restantes estrêlas da Ursa maior movendo-se em tôrno do polo, visto que as suas distâncias polares são todas menores que a da η.

Como a refracção atmosférica eleva $34'$ as estrêlas, quando passam junto do horizonte, a η *Ursae majoris* era vista não só do paralelo de $37^{\circ}7'$, mas ainda do de $36^{\circ}33'$ de latitude norte. A ponta mais austral da Sicília tem próximamente a latitude geográfica de $36^{\circ}40'$ N. Pode pois dizer-se que, no ano de 1300, para toda a Itália, incluindo a Sicília, era a Ursa maior uma constelação circumpolar aparente. E assim o afirma Dante no *Paraiso*, canto XIII, 7-9:

Immagini quel Carro, a cui il seno
Basta del nostro cielo e notte e giorno,
Si ch'al volger del temo non vien meno.

À Ursa maior chamava-se também o *Carro*[1]; as três estrêlas da cauda da Ursa formavam a lança do carro, sendo a η a ponta da lança. Diz o poeta que por toda a Itália o polo tinha altura bastante para na abóbada celeste se ver dia e noite o Carro, que, com o volver da lança *(temo)*, não era deminuído pela descida de qualquer das suas estrêlas abaixo do horizonte. Incluimos na Itália toda a Sicília, atendendo ao efeito da refracção. Dante não conhecia êste fenómeno e não podia fazê-lo intervir nos seus cálculos, mas podia saber, como notícia de facto, que a ponta da lança vinha passar rente ao horizonte na extremidade mais austral da Sicília, no seu tempo.

---

[1] *Carreta* lhe chama CAMÕES em X, 88:

Olha a *carreta*, atenta a Cinosura.

As circunstâncias de visibilidade do *Carro* eram, porêm, muito diferentes, quando o poeta, saindo do Inferno com Vergílio «a riveder le stelle», se encontra na ilha do Purgatório, numa situação antípoda de Jerusalêm, por 32° de latitude austral. Observando no oriente o belo planeta que convida a amar, voltou-se à mão direita e viu junto do polo sul quatro estrêlas, que contemplou enlevado; volvendo depois ao nosso polo, mal teve tempo de notar o desaparecimento do Carro, quando viu o velho Catão junto de si:

Com'io dal loro sguardo fui partito,
Un poco me volgendo all'altro polo,
Là onde il Carro già era sparito;
Vidi presso di me un veglio solo,
Degno di tanta reverenza in vista,
Che più non dee a padre alcun figliuolo.

Em 32° de latitude sul cinco das estrêlas do Carro eram circumpolares ocultas, porque as suas distâncias ao polo norte se compreendiam entre 24°,57 e 31°,36 no ano de 1300. A ponta da lança, a η, com 37°,11 de distância polar, e uma das rodas, a γ, com 32°,44, essas elevavam-se acima do horizonte do Purgatório, com nascimento e ocaso. O poeta voltou-se para o polo norte, não para olhar para êle, porque êste polo estava 32° abaixo do horizonte, mas para olhar para o ponto do horizonte onde desaparecera a última estrêla do Carro, o que tivera lugar num azimute de 20°, contado do norte para oeste. Tendo estado primeiro a contemplar as quatro estrêlas voltado ao sul, teve de efectuar um giro de 160°, se continuou a volver sôbre a direita, ou um giro de 200°, se volveu pela esquerda. Em qualquer dos casos a expressão *un poco* não pode referir-se ao arco descrito pelo poeta, mas sim ao tempo. Dizendo que se volveu um pouco ao nosso polo, significa que se voltou para olhar por um pouco para o norte.

Camões não se esquece de mencionar a circunstância de ser a Ursa maior desconhecida aos moradores do extremo sul do continente africano, em VIII, 72:

De Affrica os moradores derradeyros
Austrais, que *nunca as sete flammas viram*,
Foram vistos de nos, atras deyxando
Quantos estam os Tropicos queymando.

Já verificámos (págs. 121 e 122) que, na época da viagem do Gama, seis estrêlas da Ursa maior eram circumpolares ocultas no Cabo das Agulhas, em 35° de latitude austral. Só a η surgia no horizonte, ele-

vando-se a menos de 4° na sua culminação, que só na primavera tinha lugar de noite. Podia pois CAMÕES fazer dizer ao Gama que os moradores derradeiros austrais da África *nunca* viram a Ursa maior. E êste *nunca* podia estender-se milhares de anos atrás, como resulta da tabela de distâncias polares que nos serviu para essa demonstração (pág. 120).

Assim os dois poetas se ocupam ambos da observação da Ursa maior em latitudes austrais. O florentino tinha disso um conhecimento apenas teórico; o nosso poude seguir com curiosidade o desaparecimento sucessivo daquela constelação, quando circumnavegou a costa africana.

O lugar mais favorável à observação das estrêlas é o equador, onde numa noite podem todas ser vistas. Dante faz notar êste facto a Ulisses, quando na *bolgia* dos conselheiros fraudulentos conta a temerária travessia já fora das colunas de Hércules com rumo de sudoeste, na ância de ver o *mondo senza gente*. A chegada à linha equinocial é admiravelmente descrita neste terceto:

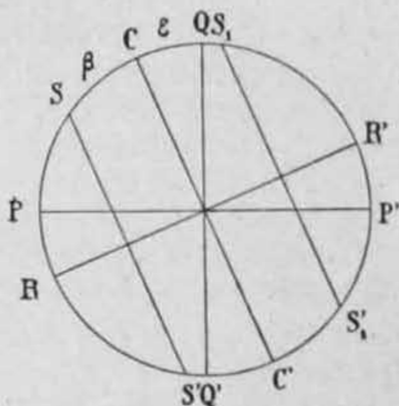
> Tutte le stelle già dell'altro polo
> Vedea la notte, e il nostro tanto basso
> Che non surgeva fuor del marin suolo.
> (*Inferno*, XXVI, 127-129).

Chegando ao equador, Ulisses via já todas as estrêlas austrais durante a noite, e via o polo norte tão baixo, que não surgia fora do nível do mar. Enquanto remavam no hemisfério boreal, podiam contemplar todas as estrêlas boreais e parte das austrais. Avançando para o sul, baixava o polo norte, diminuindo a calote celeste circumpolar aparente; a calote circumpolar oculta ia-se também reduzindo. No equador o nosso polo atingia o espelho das águas, e não só os astros boreais mas também os austrais se ofereciam, todos, à vista de Ulisses e dos seus velhos companheiros.

Temos até aqui atendido especialmente ao movimento diurno, causado pela nona esfera, de que resultou termos de considerar no globo terrestre duas calotes circumpolares, uma aparente e outra oculta a cada estrêla, tendo por bases cada um dos paralelos terrestres, boreal e austral, de latitude geográfica igual, em valor absoluto, à distância polar da estrêla; ou, o que é o mesmo, duas calotes tendo por vértices os polos terrestres, e por bases os paralelos descritos em volta deles com um raio esférico igual à declinação do astro. O movimento lentíssimo, porêm, que a oitava esfera executa, dentro da nona, em sentido contrário da rotação diurna, faz variar a declinação das

estrêlas; no decurso dos séculos aumentam portanto aquelas duas calotes, se a declinação cresce, e deminuem quando ela decresce, anulando-se até, se a estrêla durante aquele movimento lento vem passar no equador. É fácil ver, dum modo elementar, como esta variação se dá.

O círculo $PCP'C'P$, que na figura junta representa a nona esfera, ou primeiro móbil, é o círculo máximo desta esfera que passa pelos polos P, P' do equador e pelos polos R, R' da eclíptica e se chama «coluro dos solstícios». QQ' é a projecção, sôbre o plano dêste coluro, do equador, cujo polo boreal supomos ser P; CC' é a projecção da eclíptica, da qual o polo boreal é R. O coluro dos solstícios incide perpendicularmente sôbre os dois círculos da nona esfera, equador e eclíptica, marcando no último o ponto C, que é o primeiro ponto do signo de Câncer, e o ponto C', princípio de Capricórnio. O arco $\widehat{CQ}$, ou o seu igual $\widehat{C'Q'}$, cuja grandeza designamos por ε, mede a inclinação da eclíptica sôbre o equador. As estrêlas estão situadas na oitava esfera; para termos a posição de qualquer delas, em relação aos círculos da nona, marcamos nesta o ponto em que a encontra o raio tirado do centro da Terra para a estrêla. Seja assim S uma estrêla fixa. A sua latitude, cuja grandeza designamos por β, é medida pelo arco $\widehat{SC}$, pois que as latitudes celestes são dadas pelo arco do círculo máximo, que passa pelos polos da eclíptica, compreendido entre o astro e a eclíptica. O movimento lentíssimo do céu estrelado em tôrno de RR' faz descrever à estrêla um círculo menor paralelo à eclíptica, projectado no segmento rectilíneo SS'. A estrêla vai deslisando relativamente aos círculos fixos da nona esfera, projectando-se na figura segundo os pontos sucessivos da recta SS'. A latitude conserva sempre o mesmo valor $\widehat{SC} = \beta = \widehat{S'C'}$. A declinação, porêm, contada desde o equador QQ', vai variando: tem o valor máximo na posição S, em que é medida pelo arco $\widehat{SCQ} = \widehat{SC} + \widehat{CQ} = \beta + \varepsilon$; tem o valor mínimo na posição S', em que é medida pelo arco $\widehat{S'Q'} = \widehat{S'C'} - \widehat{Q'C'} = \beta - \varepsilon$; nas posições intermédias tem um valor compreendido entre $\beta - \varepsilon$ e $\beta + \varepsilon$. Entre estes mesmos limites vai pois variando o raio esférico das calotes circumpolares terrestres, aparente uma, e oculta a outra, à estrêla considerada.



Se a estrêla é de latitude boreal, como primeiro supomos, a calote

circumpolar aparente ao astro, com o seu vértice no polo norte da Terra, tem o raio máximo, quando a estrêla atinge, em S, o semi-coluro dos solstícios que passa por C, princípio de Câncer; vai-se depois reduzindo e o raio da calote adquire o valor mínimo, quando a estrêla atinge, em S', o semi-coluro dos solstícios que passa por C', princípio de Capricórnio. Então esta calote, de raio $\beta-\varepsilon$, é a porção da superfície da Terra que, no decorrer dos séculos, se conserva *sempre* aparente ao astro: é a *calote de perpétua aparição*. Uma calote igual, simétricamente traçada em tôrno do polo sul, é a *calote de perpétua ocultação* [1], que compreende a porção da superfície terrestre eternamente oculta ao astro.

O inverso tem lugar para uma estrêla S_1, de latitude austral; a sua declinação é mínima em S_1, no semi-coluro que passa pelo princípio de Câncer, e máxima em S'_1, no semi-coluro que passa pelo princípio de Capricórnio.

Nas considerações que acabamos de fazer, suposemos ser β maior que ε, como a figura representa. Se fôr β menor que ε, o ponto S' vem colocar-se entre Q' e C', no primeiro caso, e o ponto S_1 entre Q e C, no segundo; então, com o movimento lentíssimo do céu estrelado, a estrêla, quer seja boreal quer austral, vem passar no equador QQ', e as calotes de perpétua aparição e de perpétua ocultação anulam-se.

Apliquemos o que se acaba de dizer às sete estrêlas principais da Ursa menor, como Dante o faria. O valor adoptado pelo poeta para a inclinação da eclíptica, considerada por êle um elemento invariável, era provavelmente de 23 gráus e meio. Esta era a determinação clássica, a mais recente por êle conhecida, feita em Marâghah pelo astrónomo Nazir ad-din at-Tûsi [2], no ano de 1270. Tomaremos pois $\varepsilon=23°30'$, advertindo que uma diferença dalguns minutos não produz alteração sensível nos resultados a que se chega. A latitude de cada estrêla ia o poeta buscá-la ao catálogo de Ptolomeu, que êle bem conhecia, como veremos. Das sete estrêlas da Ursa menor, catalogadas por Ptolomeu, a de menor latitude é a Polar, classificada de terceira grandeza, que vem logo em primeiro lugar designada pela sua situação no extremo da cauda, «quae est in extremitate caudae». A sua latitude celeste é de 66 gráus, boreal. A declinação mínima $\beta-\varepsilon$, atingida por esta estrêla durante o movimento lentíssimo do céu

---

[1] Estas designações *de perpétua aparição* e *de perpétua ocultação* encontram-se, em alguns tratados de astronomia, impropriamente aplicadas às calotes a que atrás chamamos *circumpolar aparente* e *circumpolar oculta*.

[2] *Rivista di Astronomia*, tom. VI, pág. 848, nota.

estrelado devia pois ser de $66° - 23° 30' = 42° 30'$. A calote de perpétua aparição para a Polar seria descrita em volta do polo boreal da Terra com um raio esférico de $42° 30'$; limitá-la-ia pois pelo sul o paralelo terrestre com latitude geográfica de $90° - 42° 30'$, isto é, de $47° 30'$. Em todos os pontos da Terra, de latitude geográfica boreal superior a 47 gráus e meio, era portanto a Polar uma estrêla de perpétua aparição, e igualmente o eram também as outras seis estrêlas da Ursa menor, por terem latitude celeste maior que a da Polar. Para Dante a constelação da Ursa menor era de perpétua aparição em todos os lugares situados ao norte do paralelo terrestre de latitude geográfica 47° 30' N.

Na canção «Io son venuto al punto della rota» começa assim Dante a terceira estância:

> Fuggito é ogni augel che 'l caldo segue
> Dal paese d'Europa che non perde
> Le sette stelle gelide unquemai.

As aves que vão atrás do calor fugiram já da região da Europa que não perde nunca as sete estrêlas gélidas. Estas sete estrêlas geladas são as da Ursa menor, situadas ao tempo de Dante, como ainda hoje, na zona glacial ártica celeste. A região da Europa que nunca deixa de ver esta constelação é a que fica ao norte do paralelo de 47 gráus e meio de latitude, e nela ficam as cidades de Paris e Colónia, que, com as suas célebres Universidades, foram no século XIII os centros mais afamados de cultura scientífica. As aves que desta região da Europa emigraram para o sul em busca de calor significam, na alegoria do poeta, aqueles filósofos que abandonaram as tradições das escolas de Paris e de Colónia para seguirem as doutrinas do árabe Averroes[1].

A expressão «stelle gelide» parece ser uma reminiscência da passagem da *Eneida*, VI, 14-17:

> Daedalus, ut fama est, fugiens Minoia regna,
> Praepetibus pennis ausus se credere caelo,
> Insuetum per iter *gelidas* enavit ad *Arctos*,
> Chalcidicaque levis tandem super adstitit arce[2].

---

[1] *Rivista di Astronomia*, tom. VII, págs. 509-518.

[2] Segundo a fama, Dédalo, fugindo dos reinos de Minos, ousou cometer-se aos ares com as suas asas velozes, voou pelo desusado caminho para as gélidas Ursas e, deslizando levemente, parou afinal sôbre a cidadela de Chalcis.

Mas Vergílio não se refere própriamente às constelações das Ursas; as gélidas Ursas (gélidas Arctos) indicam apenas o polo boreal do mundo. Dédalo, voando da ilha de Creta para a rocha Calcídica, situada na ilha de Eubea, tomou a direcção do norte.

Camões devia ter na mente aqueles mesmos versos vergilianos, quando designou o polo boreal celeste pelo *Arcturo congelado,* em I, 21:

> Ali se acháram juntos num momento,
> Os que habitam o *Arcturo congelado,*
> E os que o Austro tem, & as partes onde
> A Aurora nasce, & o claro Sol se esconde.

Arcturo é estrêla de primeira grandeza, a principal da constelação do Boieiro, ou Bootes; mas também se dava êste nome a toda a constelação. O *Arcturo congelado* é o *Bootes gelado* de III, 71:

> Posto que o frio Fasis, ou Syene
> Que pera nenhum cabo a sombra inclina:
> O *Bootes gelado,* & a linha ardente,
> Temessem o teu nome geralmente.

Numa e noutra estância o poeta indica, com a constelação, o polo norte.

Voltando a Dante, consideremos o problema de duplo movimento do céu estrelado que êle nos põe, quando, na praia do Purgatório, olha para o polo sul e vê quatro estrêlas *nunca vistas senão pela primeira gente:*

> Io mi volsi a man destra e posi mente
> All'altro polo, e vidi quattro stelle
> Non viste mai fuor che alla prima gente.

Quem era a primeira gente? Se era a primeira na ordem do tempo, como quer a maior parte dos comentadores, deve entender-se que a *prima gente* eram os primeiros habitantes de certas latitudes boreais, para quem as quatro estrêlas tinham sido visíveis nos primeiros tempos da criação e depois se tinham tornado ocultas, por efeito do movimento lento, próprio do céu estrelado. Assim, segundo Humboldt e os que seguem a sua opinião, a *prima gente* seriam Adão e Eva com os seus descendentes, que tinham vindo habitar na Ásia, em regiões situadas por 30 gráus de latitude norte. Pode, porém, a *prima gente* ser primeira na ordem de situação no globo. Vimos como os antigos dividiam o mundo conhecido em sete climas, contando como primeiro o mais próximo do equador. Assim também como primeira gente se podem entender os habitantes duma zona compreendida entre

o equador e um certo paralelo de latitude boreal, os quais, pela sua posição mais favorável, eram os únicos que podiam observar as quatro estrêlas.

O poeta acrescenta, a seguir:

Goder pareva il ciel di lor fiamelle.
O settentrional vedovo sito,
Poichè privato sei di mirar quelle!

Havia pois uma região septentrional privada da vista das quatro estrêlas. Privada eternamente? Neste caso era ela constituída pela calote terrestre de perpétua ocultação para aquelas estrêlas. Senão, pode supôr-se que era formada pelos lugares da Terra donde elas puderam ser observadas nos primeiros tempos da criação, tendo depois deixado de o ser em virtude do movimento lento do firmamento.

Aqui temos pois de resolver um problema de astronomia esférica, que Dante ponderou, atendendo à rotação diurna e ao movimento que hoje chamamos de precessão dos equinócios.

3. *As observações astronómicas matutinas na ilha do Purgatório.* — Dante, seguindo a opinião corrente no seu tempo, entendia que a terra emersa, *la gran secca*, se continha toda num trapézio esférico rectângulo, fechado ao sul pelo equador, pelo círculo polar ártico ao norte, e por dois arcos de meridiano, afastados um do outro 180 gráus em longitude, a leste e a oeste. No meridiano central da terra emersa, em 32 gráus de latitude boreal aproximadamente, estava situada Jerusalêm[1]. O resto do globo era coberto pelas águas e constituia *il mondo senza gente.*

Neste mundo sem gente imaginou o poeta a montanha do Purgatório emergindo das águas, numa situação antípoda de Jerusalêm. A esta situação faz várias referências. Assim, quando, depois duma áspera subida por aquela montanha, os dois poetas se sentam voltados ao levante, para contemplarem o caminho andado, Dante, vendo-se iluminado do lado esquerdo pela luz solar, fica estupefacto ao verificar que o sol lhe fica ao norte; e Vergílio explica:

Come ciò sia, se il vuoi poter pensare,
Dentro raccolto, immagina Siòn
Con questo monte in su la terra stare
Sì, che ambedue hanno un solo orizzòn
E diversi emispere: (*Purgatório*, IV, 67-71).

---

[1] Assim se interpretava a passagem da Bíblia (*Ezequiel*, V, 5): «Haec dicit Dominus Deus: Ista est Jerusalem, in medio gentium posui eam, et in circuitu ejus terras».

«se queres compreender como isto seja, recolhido dentro em ti, imagina o monte de Jerusalêm e êste monte do Purgatório situados sôbre a Terra, de forma que ambos tenham um horizonte comum, ficando em hemisférios diametralmente opostos». Está aqui claramente indicada a posição do Purgatório, antípoda de Jerusalêm, e portanto numa latitude austral de 32 gráus.

A primeira indicação a respeito da posição do sol no zodíaco, na época da mística viagem, é dada por Dante no *Inferno*, I, 37-43, quando uma onça de pele mosqueada se lhe atravessa no caminho:

Tempo era dal principio del mattino;
E il sol montava su con quelle stelle
Ch'eran con lui, quando l'amor divino
Mosse da prima quelle cose belle;
Sì che a bene sperar m'era cagione
Di quella fera alla gaieta pelle,
L'ora del tempo, e la dolce stagione.

Rompia a manhã, e o sol ia surgindo com aquelas estrêlas que estavam junto dêle, quando o amor divino primeiro fez mover aquelas formosas cousas; eram de bom agouro a variegada pele da onça, a hora do dia e a doce estação. Era pois uma manhã de primavera. Era tradição antiga no tempo de Dante que o mundo fôra criado na primavera, na época do equinócio; o sol tinha sido criado no signo de Aries. Sacrobosco, no seu opúsculo *Computus Ecclesiasticus*, quando faz a descrição dos signos, começa assim a de Aries:

«Primum igitur signum est Aries, quoniam secundum quòd credit Ecclesia, in eo factus est sol».

No *Reportório dos tempos* do nosso André do Avelar ainda se lê na descrição do signo de Aries: «Neste signo criou Deos o Sol, segundo a maior opinião de todos». Tal era também a opinião de Dante.

Nos tercetos finais do *Inferno*, Vergílio guia Dante pela vereda escura por onde sobem, sem descanço, de volta ao *chiaro mondo*, até que, por uma abertura redonda, avistam enfim as belas cousas que o céu contêm, e por ela sáem a ver de novo as estrêlas. Assim se acharam no Purgatório. Dante nota então com prazer o aspecto do céu, que descreve nos nove tercetos que vamos transcrever (*Purgatório*, I, 13-39):

Dolce color de oriental zaffiro,
Che s'accoglieva nel sereno aspetto
Dal mezzo [1] puro infino al primo giro,

---

[1] *Dal mezzo* é a lição exacta, restituída pela crítica diplomática, em vez de *Dell'aer*.

Agli occhi miei ricominciò diletto,
Tosto ch' i' uscii fuor dell'aura morta,
Che m'avea contristati gli occhi e il petto.

Saindo da atmosfera morta que lhe tinha contristado a vista e o coração, deleita-se contemplando de novo o azul de safira, que desde o zenite (*mezzo, mezzo del capo*) se estendia até ao horizonte (*primo giro*).

Lo bel pianeta che ad amar conforta
Faceva tutto rider l'oriente,
Velando i Pesci che erano in sua scorta.

O belo planeta que convida a amar fazia sorrir todo o oriente, velando os Peixes, que vinham em sua escolta. O signo dos Peixes sobe no oriente antes do signo de Áries. O poeta pode referir-se aqui ao signo ou à constelação dos Peixes. No seu tempo o desvio entre os princípios das constelações zodiacais e os dos signos, resultante do movimento de precessão, era já de 20 gráus, estendendo-se por isso estas constelações desde o vigésimo gráu do signo do mesmo nome até ao vigésimo gráu do signo seguinte. Estando o sol em Áries, o surgir dos Peixes, signo ou constelação, no horizonte do oriente, indica que se está um pouco antes do romper de alva.

Io mi volsi a man destra e posi mente
All'altro polo, e vidi quatro stelle
Non viste mai fuor che alla prima gente.
Goder pareva il ciel di lor fiammelle.
O settentrional vedovo sito,
Poichè privato sei di mirar quelle!

O poeta, olhando para o oriente, tinha o polo norte à sua esquerda. Volvendo à mão direita contempla o polo sul e vê quatro estrêlas. Nada se fica sabendo a respeito da posição delas relativamente ao horizonte e ao meridiano; apenas se fica julgando que estariam junto do polo austral. Quanto à posição que ocupam no céu estrelado, só nos diz que nunca foram vistas senão pela primeira gente, e que há um sítio septentrional privado de as ver, que o poeta por isso lastima, chamando-lhe viúvo (*vedovo sito*). Já indicámos o problema de astronomia esférica, envolvido nestas indicações.

Com'io dal loro sguardo fui partito,
Un poco me volgendo all'altro polo,
Là onde il Carro già era sparito,
Vidi presso di me un veglio solo,
Degno di tanta riverenza in vista,
Che più non dee a padre alcun figliuolo.

Deixando aquelas estrêlas, voltou-se por algum tempo para o polo boreal. Na latitude austral em que se achava, duas estrêlas do Carro vinham acima do horizonte, como já notámos. A ponta da lança (η *Ursae majoris*) desaparecera, quando viu junto de si o velho Catão, inspirando tanta reverência, que mais não deve filho algum a seu pai.

> Lunga la barba e di pel bianco mista
> Portava, a' suoi capegli simigliante,
> De' quai cadeva al petto doppia lista.
> Li raggi delle quattro luci sante
> Fregiavan sì la sua faccia di lume,
> Ch'io il vedea come il Sol fosse davante.

Os raios das quatro *luzes santas* lançavam tanta luz sôbre a face de Catão, que ela parecia iluminada pelo sol. Catão de Útica, guarda do Purgatório, interroga os poetas sôbre a sua vinda, e desaparece depois do diálogo com Vergilio. E só então é que é o romper de alva:

> L'alba vinceva l'ôra mattutina,
> Che fuggia innanzi, sì che di lontano
> Conobbi il tremolar della marina.
>
> (*Purgatorio*, I, 115-117).

As observações astronómicas em que Dante se estava comprazendo um pouco antes do romper de alva, interrompidas pelo aparecimento de Catão, são continuadas depois na tarde dêsse mesmo dia.

4. *As observações astronómicas vespertinas.* — Ao cair da tarde do dia da chegada ao Purgatório, os poetas, guiados por Sordelo, caminham na montanha por uma vereda tortuosa a meia encosta, em direcção ao vale em que deviam passar a noite. O sol aproxima-se do ocaso, quando chegam à vista do vale onde contemplam as almas que, sentadas sôbre a erva e as flôres, cantam a *Salve Regina*. Sordelo mostra a Vergilio várias personagens. Chega a hora da Ave-Maria:

> Era già l'ora che volge il disio
> Ai naveganti e intenerisce il cuore
> Lo dì ch'han detto a' dolci amici addio;
> E che lo nuovo peregrin d'amore
> Punge, se ode squilla di lontano,
> Che paia 'l giorno pianger che si muore.
>
> (*Purgatorio*, VIII, 1-6).

Era já a hora que faz volver à pátria o desejo dos navegantes e lhes enternece o coração, no dia em que disseram adeus aos amigos

queridos; a hora que punge de saudade o peregrino, há pouco separado dos seus, quando ouve ao longe o toque da Ave-Maria, que parece chorar o dia que morre.

Então a multidão das almas entoa o hino *Te lucis ante*. E quando aquele exército gentil, terminado o cântico sagrado, fica, pálido e humilde, olhando para o céu, descem do alto dois anjos de azas verdes, empunhando espadas de fogo. Sordelo diz que eles veem para guardar o vale contra a serpente que se aproxima, e convida os poetas a descerem ao lugar onde vão passar a noite. Dante anda apenas três passos quando reconhece o seu amigo Nino Visconti, a quem, depois de afectuosas saüdações, explica a sua vinda. Nino queixa-se da sua viúva, que passara a segundas núpcias. Segue-se uma pausa que Dante aproveita para retomar a observação do céu, que de manhã viera interromper o velho Catão. Curioso sempre de ver a desconhecida região polar austral, os seus olhos dirigem-se ávidos para o céu estrelado, apenas lá *(pur là)* onde as estrêlas são mais vagarosas, como os pontos duma roda mais próximos do eixo (*Purgatório*, VIII, 85-93):

Gli occhi miei ghiotti andavan pure al cielo,
Pur là dove le stelle son più tarde,
Sì come ruota più presso allo stelo.

Dante contemplava as vizinhanças do polo austral. Vergílio pergunta-lhe: «Filho, para onde olhas, lá em cima?» E Dante responde: «Para aquelas três estrêlas que incendeiam o polo do lado de cá»:

E il duca mio: «Figliuol, che lassù guarde?»
Ed io a lui: «A quelle tre facelle,
Di che il polo, di qua, tutto arde».

Vergílio faz-lhe então notar que as quatro estrêlas claras que tinham visto de manhã estão agora em baixo, do lado de lá, e que estas três tinham subido para o lugar que aquelas ocupavam de manhã:

Ed egli a me: «Le quattro chiare stelle
Che vedevi staman, son di là, basse,
E queste son salite ov'eran quelle».

Mas Vergílio é interrompido por Sordelo, que mostra a serpente que, no fundo do vale, avançava por entre a erva e as flôres. E as observações celestes terminam assim.

A altura do polo sôbre o horizonte era de 32 gráus, pois tal era a latitude do Purgatório. Podemos representar-nos Dante, com o braço esquerdo levantado para o alto, numa inclinação duns 40 gráus, apon-

tando com o dedo indicador para as três *facelle*, e Vergilio, com o braço direito estendido a uma altura duns 20 gráus, apontando com o indicador para as quatro *chiare stelle*, já vistas de manhã. As três estrêlas vão altas *(lassù)*, próximas da sua passagem superior pelo meridiano, ficando do lado de cá do polo, isto é, entre êste e o zenite; as quatro estão baixas, próximas da passagem inferior pelo meridiano, do lado de lá do polo, isto é, entre êste e o ponto sul do horizonte. O primeiro grupo subiu à posição que o segundo occupara na madrugada dêsse dia. Os dois grupos de estrêlas devem ter aproximadamente a mesma declinação, distando, porêm, em ascensão recta por forma que, quando um vai na passagem superior meridiana, o outro se aproxime da inferior; e ambos são circumpolares aparentes no Purgatório. Naquela manhã de primavera, quando os Peixes surgiam no oriente, o grupo das quatro estrêlas subia à sua culminação e o grupo das três descia à passagem inferior no meridiano; o inverso tinha lugar de tarde. Os dois grupos devem pois estar situados perto do coluro dos solstícios, a um e outro lado do polo austral do equador.

¿Quantas horas decorreram entre as observações da manhã e as da tarde? Bastante grosseiramente tem sido avaliado êste intervalo em 12 horas. As observações matutinas foram feitas um pouco antes do romper de alva. De tarde, na hora da *Ave-Maria*, ou seja, meia hora depois do pôr do sol, as almas cantam todo o hino *Te lucis ante*. Descem os dois anjos, segue-se o colóquio com o juiz Nino Visconti, e terminado êle é que Dante contempla as estrêlas. Supondo assim decorrida outra meia hora, colocaremos as observações da tarde uma hora depois do sol posto. Admitindo, como parece mais provável, que a viagem foi quinze dias depois do equinócio da primavera, o nascimento do sol no Purgatório seria às 6 horas e um quarto de tempo verdadeiro e o ocaso às 5 horas e três quartos, tendo portanto o dia durado 11 horas e meia. A duração do crepúsculo fôra de 1 hora e vinte e cinco minutos. Entre as duas observações teriam pois decorrido: o crepúsculo matutino, as 11 horas e meia desde o nascer ao pôr do sol, e ainda 1 hora, o que perfaz um intervalo de 14 horas entre as observações celestes matinais, supostas feitas um pouco antes do romper de alva, e as observações da tarde, supostas feitas 1 hora depois do ocaso do sol. Êste intervalo seria de 13 horas e meia, na hipótese extrema da viagem ter sido feita vinte e cinco dias depois do equinócio [1].

---

[1] *Rivista di Astronomia*, tom. VII, pág. 131.

Resta-nos agora saber se aqueles dois asterismos, um triangular e o outro quadrangular, são formados por estrêlas reais, ou se são de pura ficção do poeta. Precisamos pois averiguar se nos globos celestes, ou nos catálogos de estrêlas, conhecidos de Dante, é possível separar um grupo de três e um grupo de quatro estrêlas, que da ilha do Purgatório pudessem ser observados nas condições de posição definidas pelo poeta.

5. *O catálogo de Ptolomeu.* — O catálogo de 1.022 estrêlas de Ptolomeu era no tempo de Dante, e continuou sendo até ao século XVI, o código fundamental da astronomia sideral de posição. Dante não só o conhecia, mas atribuia até grande importância ao número 1.022 de estrêlas nele descritas.

Já nos referimos (pág. 157) a êste catálogo, que se encontra nos Libs. VII e VIII do *Almagesto,* verificando que nele se registam, incluídas na constelação do Centauro, três estrêlas do Cruzeiro do Sul, faltando, porêm, aquela que forma a cabeça da cruz (γ *Crucis*).

As estrêlas são descritas pela ordem de 48 constelações, e as que não fazem parte de nenhuma delas encontram-se a seguir a uma constelação vizinha. O catálogo dá as coordenadas eclípticas, longitude e latitude celestes, das estrêlas, e as suas grandezas aparentes, distribuídas por seis ordens. Estão registadas 1.022 estrêlas, entre as quais 15 de primeira grandeza [1].

A época a que se refere o catálogo de Ptolomeu é o primeiro ano do império de Antonino Pio, correspondente, segundo uns, ao ano de 137 da era vulgar, e, segundo outros, ao ano de 138. A diferença

---

[1] «¶ Sunt autem omnes stellae tum boreales tum australes. 1022. Quarum

Magnitudinis	•
¶ Primae	15
Secūdae	45
Tertiae	208
Quartae	474
Quintae	217
Sextae	49
Obscurae	9
Nebulosae	5
Et cincinnus».	

Encontra-se êste resumo final do catálogo de Ptolomeu na tradução, já atrás citada, do *Almagesto,* feita por Trapezúncio e revista por Gaurico, Veneza, 1528, fl. 48 v.

dum ano não tem porêm importância nenhuma, atentas as condições de precisão das coordenadas registadas. As observações que serviram de base ao catálogo foram feitas em Alexandria, numa latitude boreal de 31 gráus.

Da teoria do movimento da oitava esfera, exposta por Ptolomeu e adoptada por Dante, resulta uma regra simples com que se obteem, para uma época dada, as coordenadas eclípticas de qualquer das estrêlas do catálogo. Efectuando-se o movimento próprio do céu estrelado em tôrno da linha dos polos da eclíptica, as estrêlas descrevem lentamente círculos paralelos ao plano da eclíptica, ficando sempre à mesma distância dela; as latitudes celestes não são pois alteradas por aquele movimento. As latitudes do catálogo servem para todas as épocas. As longitudes celestes, que, a partir do primeiro ponto do signo de Áries, se contam na eclíptica segundo a ordem dos signos até ao ponto em que ela é cortada pelo círculo de latitude de cada estrêla, essas vão aumentando à razão de 1 gráu por século. Sabido o intervalo de tempo que separa a época dada da época do catálogo, tomar-se hão tantos gráus quantos os séculos completos contidos nesse intervalo, juntando-lhe tantas vezes 3 minutos quantos os lustros completos a mais, e ainda tantas vezes 36 segundos quantos os anos restantes; os gráus, minutos e segundos, assim obtidos, somar-se-hão, ou subtrair-se-hão, da longitude registada da estrêla, conforme a época para que se quer a posição do astro é posterior, ou anterior, à época do catálogo.

Para se terem as posições das estrêlas na época da viagem dantesca, que pode ser o ano de 1300 ou 1301 da era vulgar, contaremos como decorridos 1.163 anos desde a época do catálogo. Em 1.163 anos conteem-se 11 séculos, 12 lustros e 3 anos, durante os quais as longitudes das estrêlas aumentaram 11 gráus, 36 minutos e 108 segundos, de modo que, para ter as longitudes das estrêlas na época da mistica viagem, Dante juntaria às longitudes, dadas por Ptolomeu, 11 gráus e 38 minutos, número redondo.

Para determinar as posições das estrêlas na época da criação, contaremos 5.336 anos decorridos desde a criação até à época do catálogo. O primeiro ano da era vulgar correspondia, segundo as indicações dantescas, ao ano de 5199 ou 5200 da criação. Como em 5.336 anos se conteem 53 séculos, 7 lustros e 1 ano, as longitudes das estrêlas variaram neste intervalo 53 gráus, 21 minutos e 36 segundos, de modo que, para ter as longitudes das estrêlas naquela época, Dante subtrairia das longitudes, dadas por Ptolomeu, 53 gráus e 22 minutos, número redondo.

No *Paraiso*, XIII, 4-6, refere-se Dante às quinze estrêlas classi-

ficadas por Ptolomeu na primeira grandeza, quando convida quem queira entender bem o que êle viu, a imaginar

Quindici stelle, che in diverse plage
Lo cielo avvivan di tanto sereno,
Che soperchia dell' aere ogni compage.

As quinze estrêlas, que em diversas plagas avivam o céu com tanta luz que atravessa toda a espessura do ar, são as quinze estrêlas de primeira grandeza do catálogo ptolomaico.

Em *Il Convito*, Trat. II, Caps. XIV e XV, Dante mostra a semelhança das esferas componentes da máquina do mundo com o conjunto das sciências do seu tempo. As sete esferas dos planetas são por êle comparadas sucessivamente às sete sciências do trívio e do quadrívio: gramática, dialética, retórica, aritmética, música, geometria e astronomia. Em seguida explana a semelhança da oitava esfera com a física por três motivos, — pelas 1.022 estrêlas nela observadas, pelo seu polo aparente e pelo seu movimento diurno —; e a sua semelhança com a metafísica por outros três, — pela via láctea, pelo polo oculto e pelo seu movimento lentíssimo de ocidente para oriente —. Depois compara a nona esfera à sciência moral, e finalmente o céu imóvel, o Empíreo, à teologia.

É quando se ocupa da oitava esfera que Dante se refere ao número 1.022 das estrêlas catalogadas no *Almagesto:*

«Per che per ordine è da vedere prima la comparazione della fisica, e poi quella della metafisica. Dico ch'il cielo stellato ci mostra molte stelle; chè, secondochè li savii d'Egitto hanno veduto, infino all'ultima stella che appare loro in miridie, *mille ventidue corpora di stelle* pongono, di cui io parlo» (*Il Convito*, Trat. II, Cap. XV).

Aqui consigna pois Dante que, segundo o que os sábios do Egipto poderam observar até à última estrêla que ao sul lhes aparecia, contaram 1.022 corpos de estrêlas. Em seguida considera subtilmente os números dois, vinte e mil, para explicar uma das razões de semelhança do céu estrelado com a física:

«E in questo ha esso grandissima similitudine colla fisica, se bene si guardano sottilmente questi tre numeri, cioè, *due*, e *venti*, e *mille:* che per lo *due* s'intende il movimento locale, lo quale è da un punto a un altro di necessità: e per lo *venti* significa il movimento dell'alterazione: chè, conciossiacosachè dal dieci in su non si vada se non esso dieci alterando cogli altri nove, e con sè stesso; e la più bella

alterazione, che esso riceva, si è la sua di sè medesimo; e la prima che riceva si è *venti*; ragionevolmente per questo numero il detto movimento significa. E per lo *mille* significa il movimento del crescere; chè in nome, cioè questo *mille*, è il maggior numero, e più crescere non si può se non questo multiplicando. E questi tre movimenti soli mostra la fisica; siccome nel quinto del primo suo libro è provato».

Este trecho mostra bem como Dante se comprazia em meditar a composição dêste número 1.022 das estrêlas catalogadas, que se conservara inalterado desde Ptolomeu até ao seu tempo, e ao qual atribuia uma importância cósmica.

As posições das estrêlas podiam também ser estudadas por Dante em globos celestes, que não faltavam no seu tempo. Existem ainda hoje em Itália dois exemplares de globos celestes árabes, construídos antes de êle escrever a *Divina Comédia*, baseados sôbre o catálogo de Ptolomeu. Um, do ano de 1080, conserva-se no Museu de instrumentos antigos de astronomia física e matemática de Florença; o outro, do ano de 1225, que no século XVIII fazia parte do Museu do Cardeal Borgia, em Velletri, e por isso é conhecido pelo nome de *globo borgiano*, está actualmente no Museu Nacional de Nápoles. Qualquer dêles podia ter sido estudado pelo poeta.

Vimos como Dante podia facilmente deduzir do catálogo ptolomaico as coordenadas eclípticas das estrêlas para qualquer época. O conhecimento das coordenadas equatoriais, ascensão recta e declinação, era-lhe, porêm, indispensável para a resolução dos problemas que as suas referências astronómicas implicam. O círculo máximo que passa pelos polos do equador e por uma estrêla é o círculo *horário*, ou círculo *de declinação*, dessa estrêla; o arco dêste círculo compreendido entre o astro e o equador é a declinação, que se distingue em boreal e austral; a ascensão recta é o arco do equador contado para leste, no sentido directo, desde o equinócio vernal até ao ponto em que o círculo de declinação da estrêla corta o equador.

Dadas as coordenadas eclípticas duma estrêla, podem obter-se as suas coordenadas equatoriais por qualquer dos três métodos: pelo método analítico, efectuando os cálculos indicados nas fórmulas; pelo método gráfico, executando um desenho de projecção; ou pelo método mecânico, empregando um globo celeste. Todos estes métodos se usavam no tempo de Dante. As fórmulas eram então expressas, nos tratados de astronomia, em regras tão minuciosas que os cálculos podiam ser feitos por quem soubesse executar as operações fundamentais sôbre os números, sendo ainda facilitados por tábuas adequadas.

O uso das fórmulas era porêm muito laborioso. Muito mais fácil e breve era o emprêgo do método gráfico. O sr. Angelitti indica um processo simples de efectuar a resolução geométrica do problema [1]. O emprêgo do globo celeste era, porêm, o processo mais expedito e duma exactidão suficiente. Deve ter-se como certo que era a êste que Dante de preferência recorria.

Com os modernos globos celestes, feitos de pasta de papel comprimida, articulados pelos polos do equador numa armila meridiana, pode passar-se dum modo fácil, embora grosseiro, das coordenadas eclípticas para as equatoriais. Distendendo, por exemplo, um fio entre o polo da eclíptica e o ponto desta correspondente à longitude celeste dada da estrêla, tome-se sôbre êste fio tenso, que marca o quadrante do círculo de latitude, um arco igual à latitude dada, contado desde a eclíptica. Ter-se-há assim o lugar da estrêla no globo celeste. Faça-se agora girar o globo até que êste ponto venha colocar-se debaixo da armila meridiana: o arco desta, compreendido entre o ponto e o equador, é a declinação; e o gráu do equador que caír debaixo da armila dará a ascensão recta da estrêla.

Os globos celestes usados na antiguidade e na idade média, feitos de madeira ou metal, eram muito bem torneados e neles se gravavam com grande exactidão os círculos e constelações. Serviam como instrumentos de observação e permitiam resolver todos os problemas de astronomia esférica, com precisão igual à que se obtinha nas observações dos astros. Tais globos celestes, ou astrolábios esféricos, prestavam-se bem à transformação das coordenadas eclípticas nas equatoriais, porque se podiam indiferentemente articular na armila meridiana, tanto pelos polos do equador, como pelos da eclíptica. Articulado primeiro o globo pelos polos da eclíptica, levava-se o ponto desta correspondente à longitude celeste dada da estrêla, até ficar debaixo da armila, sôbre a qual se lia então, a partir da eclíptica, um arco igual à latitude dada. Assim se podia com rigor marcar na esfera a posição da estrêla. Articulando agora o globo pelos polos do equador, acabavam de determinar-se as coordenadas equatoriais, levando o ponto marcado até ficar debaixo da armila meridiana e lendo a declinação e ascensão recta, como acima se disse.

Dante podia pois, com um dos globos celestes em uso no seu tempo, fazer esta transformação de coordenadas muito rapidamente e com uma exactidão maior do que permitem os modernos globos [2].

---

[1] *Rivista di Astronomia*, tom. VII, págs. 85-86.
[2] *Ibidem*, tom. VII, pág. 87.

6. *A hipótese do Cruzeiro do Sul.* — A celebridade adquirida no século XVI pelo Cruzeiro do Sul estabeleceu a tendência a relacionar com esta constelação qualquer referência a um grupo de quatro estrêlas, embora ela viesse acompanhada de indicações incompatíveis com tal aproximação. Assim sucedeu com as *quattro chiare stelle* de Dante.

Vespúcio na sua carta a Lourenço de Médicis, de julho de 1500, diz que viu as quatro estrêlas com que Dante quer descrever o polo austral, e que elas figuravam uma *mandorla* e tinham pouco movimento. Atribuindo-lhes *pouco movimento* está êle de acôrdo com o poeta, cujas observações se fazem na região do céu onde as estrêlas são *mais vagarosas*, como pontos duma roda mais perto do eixo:

> Pur là dove le stelle son più tarde,
> Sì come ruota più presso allo stelo.

De pouco movimento eram pois, para o poeta, tanto as quatro claras estrêlas como as três que de tarde tinham subido a ocupar o lugar daquelas.

Da análise que fizemos (págs. 165 a 168) das cartas de Vespúcio, de 1500 e 1502, resulta que êle não pode referir-se ao Cruzeiro, que nem de nome conhecia. E se Vespúcio não podia qualificar como de pouco movimento as estrêlas desta constelação, que em 1500 se estendiam entre 30 e 36 gráus de distância do polo sul, também Dante as não podia classificar entre as estrêlas mais vagarosas, pois que, em 1300, estavam situadas entre 31 e 37 gráus de distância polar.

Andrea Corsali, navegador florentino ao serviço do nosso rei D. Manuel, que pelos marinheiros portugueses tivera conhecimento da nova constelação, é quem pela primeira vez, em 1515, diz que as quatro estrêlas de Dante são as do Cruzeiro, atribuindo por isso ao poeta um espírito profético.

Humboldt, que se inclinava a ver nas quatro estrêlas dantescas as do Cruzeiro do Sul, explica assim como o poeta poderia ter tido conhecimento desta constelação:

«On ne peut douter que le Dante, dont l'érudition égalait le génie poétique, a pu avoir notion des quatre étoiles de la Croix du Sud, soit par les voyageurs pisans ou vénitiens qui visitaient l'Égypte, l'Arabie et la Perse, soit par des globes de construction arabe semblables à ceux de Dresde et de la collection du Cardinal Borgia à Veletri. Si donc les *quattro stelle* du Dante sont celles de la Croix, ce que la plupart des commentateurs admettent, on n'a pas besoin d'attribuer

au poète un *esprit prophétique* comme le faisait au commencement du seizième siècle le voyageur florentin Andrea Corsali» [1].

No *Cosmos*, ocupando-se ainda das sete estrêlas descritas no *Purgatório*, diz Humboldt:

«... L'astronome milanais de Cesaris voyait dans le trois *facelle*, «di che 'l polo di quà tutto quanto arde,» et qui se couchent quand se lèvent les quatre étoiles de la Croix, Canopus, Achernar et Fomalhaut. J'ai tenté, dis-je, d'éclaircir le problème par les considérations suivantes: «Le mysticisme philosophique et religieux qui pénètre et vivifie l'immense composition du Dante, assigne à tous les objets, à côté de leur existence réelle ou matérielle, une existence idéale. C'est comme deux mondes dont l'un est le reflet de l'autre. Le groupe des quatre étoiles représente, dans l'ordre moral, les *vertus cardinales*, la Prudence, la Justice, la Force et la Tempérance; elles méritent pour cela le nom de saintes lumières, *luci sante*. Les trois étoiles «qui éclairent le pôle» représentent les *vertus théologales*, la Foi, l'Espérance et la Charité. Les premiers de ces êtres nous révèlent éux-mêmes leur double nature; ils chantent: «Ici nous sommes des nymphes, dans le ciel nous sommes des étoiles, *noi sem qui ninfe, e nel ciel semo stelle*». Dans la *Terre de la vérité*, le paradis terrestre, sept nymphes se trouvent réunies: «In cerchio le facevan di sè claustro le sette Ninfe.» C'est la réunion des vertus cardinales et théologales. Sous ces formes mystiques, les objects réels du firmament, éloignés les uns des autres d'après les lois éternelles de la *Mécanique céleste*, sont à peine reconnaissables. Le monde idéal est une libre création de l'âme, le produit de l'inspiration poétique» [2].

Dante descreve três ninfas que veem dançando ao lado da roda direita do carro triunfal de Beatriz, as quais representam as três Virtudes teologais. Uma, côr de fogo, é a Caridade; outra, verde de esmeralda, é a Esperança; a terceira, da candura da neve, é a Fé:

Tre donne in giro dalla destra ruota
　Venian danzando: l'una tanto rossa,
　Ch'appena fôra dentro al fuoco nota;
L'altr'era, come se le carni e l'ossa
　Fossero state di smeraldo fatte;
　La terza parea neve testè mossa.

(*Purgatorio*, XXIX, 121-126).

---

[1] *Histoire de la Géographie du nouveau continent*, tom. IV, pág. 324.

[2] *Cosmos*, trad. de Galuski, Paris, 1866, tom. II, págs. 578 e 579.

À esquerda do carro dançam quatro ninfas vestidas de púrpura, que são as Virtudes cardeais, a Justiça, a Temperança, a Fortaleza e a Prudência, que, com os seus três olhos pode ver o passado, o presente e o futuro:

Dalla sinistra quattro facean festa,
In porpora vestite, dietro al modo
D'una di lor, ch'avea tre occhi in testa.
(*Purgatório*, XXIX, 130-133).

Mas quando Matilde, depois de ter banhado o poeta nas águas do Letes, o introduz na dança destas quatro, elas, abraçando-o, dizem-lhe: «Nós aqui somos ninfas e no céu somos estrêlas».

Indi mi tolse, e bagnato m'offerse
Dentro alla danza delle quattro belle;
E ciascuna col braccio mi coperse.
«Noi sem qui Ninfe, e nel ciel semo stelle».
(*Purgatório*, XXXI, 103-106).

Dêste último verso conclue Humboldt que as quatro estrêlas que Dante vê na manhã da chegada ao Purgatório simbolizam as quatro Virtudes cardiais, sendo por isso que lhes chama «luzes santas», quando descreve o brilho com que os seus raios iluminam a face de Catão,

Li raggi delle quattro luci sante.

As três *facelle*, que à tarde tinham subido ao lugar que estas ocupavam de manhã, simbolizam as três Virtudes teologais.

Podem estas sete estrêlas ser de pura invenção do poeta, que as imaginaria situadas junto do polo sul naquela região do firmamento, não vista de Alexandria, onde os globos celestes, construídos segundo o catálogo de Ptolomeu, deixavam um espaço vazio de estrêlas. Para Humboldt, porêm, as sete estrêlas não são fictícias; são estrêlas reais, a que o poeta liga aquela significação ideal. O grupo das quatro é o Cruzeiro; o grupo das três é formado pelas estrêlas Canopo, Achernar e Fomalhaut, propostas, como êle diz, pelo astrónomo milanês De Cesaris.

Os comentadores que admitem o Cruzeiro como explicação do primeiro grupo procuram as estrêlas do segundo na região celeste que tem a mesma declinação do Cruzeiro, mas dele difere cêrca de 12 horas em ascensão recta. Não concordam todos na escolha das três estrêlas; no que, porêm, todos se acham de acôrdo é em ser uma delas a estrêla Achernar. No catálogo de Ptolomeu está registada, entre as estrêlas da constelação de Eridano, uma de primeira grandeza,

designada como «ultima fluuii & est splendida». Julgou-se durante muito tempo ser esta a Achernar (α Eridani), de primeira grandeza, mas hoje está ela identificada com a θ Eridani, de terceira grandeza, que assim deve ter deminuído de brilho. Acabou por se reconhecer que a Achernar não está no catálogo de Ptolomeu, nem podia estar, porque no tempo dêste grande astrónomo ela tinha uma distância polar de 23 gráus e não podia por isso ser observada na latitude de Alexandria, que é de 31 gráus boreais.

Vimos no precedente capítulo como três das estrêlas do Cruzeiro do Sul se encontram no catálogo de Ptolomeu, faltando, porêm, nele a estrêla que forma a cabeça da cruz (γ Crucis).

Se as sete estrêlas são pois aquelas que propõem os comentadores a que nos vimos referindo, Dante teria ido buscar uma das quatro estrêlas, bem como uma do grupo das três, a outras fontes que não ao catálogo ptolomaico nem aos globos celestes segundo êste construídos. Humboldt diz que Dante podia ter tido conhecimento das quatro estrêlas do Cruzeiro, quer pelos viajantes pisanos ou venezianos que iam ao Egipto, Arábia e Pérsia, quer pelos globos de construção árabe, semelhantes ao globo *borgiano*. Não consta, porêm, de documento algum que já então estivesse formada a constelação do Cruzeiro [1], nem se conhece um único exemplar dêsses supostos globos árabes contendo êste asterismo. E ao poeta não pode atribuir-se o conhecimento de estrêlas que não sejam as catalogadas por Ptolomeu. O número de estrêlas vistas no céu é, segundo Dante, 1.022, número êste que êle adopta, reportando-se à autoridade dos sábios do Egipto, e ao qual atribue uma importância cósmica. Vimos como êle, na comparação que faz da física com a oitava esfera, considera tão significativos os algarismos do número 1.022. Bastava que êle conhecesse uma estrêla a mais, para se alterar o algarismo 2 das unidades, a que ligava especial significação. Assim o próprio poeta contradiz a explicação de Hum-

---

[1] Schiapareli, na sua obra *L'astronomia nell' antico testamento* (n.º 332 dos *Manuali Hoepli*), trata da constelação designada no Livro de Job (IX, 9) pelo nome *chadrê theman*, que a Vulgata traduz por *interiora Austri* e êle por *penetrali dell' Austro*. Esta constelação dos *Penetraes do Sul* era formada, segundo o ilustre astrónomo italiano, por cinco estrêlas de primeira grandeza, entre as quais a Canopo, e cinco de segunda, que, pelo ano 750 a. C., culminavam todas na Palestina a uma altura sôbre o horizonte, inferior a 20 gráus, do lado do sul, formando uma esplêndida grinalda na região mais austral do firmamento. Estas dez estrêlas estão actualmente distribuídas pelas constelações de Argo, do Centauro e do Cruzeiro do Sul, pertencendo cinco à primeira, duas à segunda e três à terceira. Assim os hebreus teriam incluído três das estrêlas do Cruzeiro na brilhante constelação dos *Penetraes do Sul*, como Ptolomeu incluiu depois três delas no Centauro; mas nem eles, nem Ptolomeu, isolaram as estrêlas do Cruzeiro num asterismo distinto.

boldt. Demais, a verdade é que o catálogo de Ptolomeu esteve em uso entre os astrónomos até ao século XVI, sem que se aumentasse o número das estrêlas registadas. Nem sequer as quinze estrêlas de primeira grandeza chegaram a ser reobservadas todas. Não se propondo fazer novos catálogos, os astrónomos contentavam-se em transportar para outras épocas as posições dadas por Ptolomeu. Mesmo astrónomos notáveis, como Albaténio, se limitaram a reobservar muito poucas estrêlas, com o fim único de determinarem com maior precisão o movimento próprio da oitava esfera, com o qual depois fizeram o transporte das longitudes de Ptolomeu.

Se as sete estrêlas de Dante são astros reais, elas teem de ser procuradas entre as do catálogo ptolomaico, o qual serviu de base aos construtores dos globos celestes que o poeta podia ter estudado e foi o código fundamental da astronomia de posição até ao século XVI. E se as *quattro chiare stelle* brilhavam na região celeste, onde mais tarde os portugueses isolaram a nova constelação do Cruzeiro, Dante deve tê-las escolhido entre as mais resplandecentes junto das pernas do Centauro. Nesta região regista Ptolomeu uma estrêla de primeira grandeza e cinco de segunda; todas as outras estrêlas do Centauro são de grandeza inferior. Entre aquelas seis se devem pois encontrar as quatro estrêlas de Dante, e assim ficam excluídas duas do Cruzeiro: a γ, porque não existe no catálogo, e a β, porque com ela se identifica, como já vimos (págs. 157 e 158), a estrêla do Centauro, designada como «Quae est extra sub dextro posteriore pede», classificada na *quarta* grandeza, e por isso de menor importância. O sr. Angelitti[1] entende que, entre as seis, Dante escolheria, por formarem um grupo mais compacto, as quatro de segunda grandeza, que, no catálogo de Ptolomeu, teem as coordenadas eclípticas da tabela junta, onde as estrêlas estão numeradas de 1 a 4, pela ordem crescente das longitudes:

Numero da estrêla	Longitude	Latitude
1	Libra 10° 0′ = 190° 0′	— 51° 10′
2	Libra 11 10 = 191 10	— 55 20
3	Libra 15 20 = 195 20	— 51 40
4	Libra 16 20 = 196 20	— 43 0

[1] *Rivista di Astronomia*, tom. VI, pág. 843.

A primeira destas estrêlas está identificada com a δ, e a terceira com a α do Cruzeiro. As coordenadas das quatro estrêlas são relativas ao ano 137, ou 138, da era vulgar. Para ter as coordenadas na época da criação, Dante, conservando as mesmas latitudes, subtraíria 53° 22′ das longitudes, pela regra atrás exposta; e para ter as coordenadas na época da viagem, juntaria às longitudes 11° 38′. Devemos supôr que, mesmo para a época da viagem, Dante calculasse assim as coordenadas, deduzindo-as das posições ptolomaicas, e não de observações recentes, porque então os astrónomos, como já notámos, não se ocupavam em reobservar estrêlas, e muito menos estrêlas tão austrais como estas. Dante não devia ter usado o catálogo de Albaténio, nem o dos astrónomos afonsinos, porque esses foram deduzidos do de Ptolomeu, adoptando para o firmamento um movimento diferente do indicado pelo poeta, de um gráu por século. Assim Dante teria atribuído às quatro estrêlas, escolhidas entre as mais brilhantes do Centauro, as seguintes coordenadas, para as épocas da criação e da viagem:

Número da estrêla	Longitude		Latitude
	Na época da criação	Na época da viagem	
1	136° 38′	201° 38′	— 51° 10′
2	137 48	202 48	— 55 20
3	141 58	206 58	— 51 40
4	142 58	207 58	— 43 0

Estudando a hipótese da escolha das estrêlas nesta região celeste, o sr. Angelitti restringe os seus cálculos e discussões a um ponto central do grupo das quatro estrêlas das pernas do Centauro: ao ponto cuja latitude e longitude são respectivamente a média das quatro latitudes, e a das quatro longitudes, do grupo. Esse ponto central tem pois as seguintes coordenadas:

longitude na época da criação = 139° 50′,
longitude na época da viagem = 204 50,
latitude constante nas duas épocas = — 50 18.

Dante devia ter-se assegurado, quando fez a escolha do seu grupo de estrêlas, da posição delas a respeito do meridiano e do horizonte,

na manhã e na tarde do dia em que imagina fixar sôbre elas a sua atenção, no Purgatório. E se por *prima gente* quer indicar os primeiros habitantes dos lugares da Terra, situados numa certa latitude boreal, devia ter também verificado que as suas estrêlas eram visíveis dessa latitude na época da criação, tendo deixado de o ser, passado certo tempo, em virtude do movimento lentíssimo do céu estrelado de ocidente para oriente.

Para a primeira indagação precisava Dante determinar as coordenadas equatoriais das suas estrêlas para a época da viagem, o que podia fazer, partindo das coordenadas eclípticas, pelos três métodos, já indicados. O sr. Angelitti aplica os três processos à determinação das coordenadas equatoriais do ponto central das quatro estrêlas do Centauro, partindo dos valores da latitude e longitude celestes, acima registadas para a época da viagem. Começando pelo método analítico, aplica primeiro as modernas fórmulas de transformação de coordenadas e, em seguida, refaz o cálculo, como êle se podia efectuar no século XIV, empregando a regra de Albaténio e as tábuas então em uso. Acaba por fixar-se nos valores seguintes das coordenadas equatoriais do ponto central, para a época da viagem [1]:

$$\text{ascensão recta} = 174^\circ\ 1',$$
$$\text{declinação} = -54^\circ\ 21'.$$

Aplicando depois o método gráfico, mais fácil embora menos rigoroso, obtêm uma declinação de -54° e uma ascensão recta de 175°.

Já vimos como o mesmo problema se pode resolver mecânicamente, por meio dum globo celeste. Êste deve ter sido o processo empregado por Dante. Os globos celestes, ou astrolábios esféricos, em uso no seu tempo, permitiam um rigor maior que os actuais; e assim êle podia efectuar com grande facilidade e rapidez, e suficiente aproximação, aquela mudança de coordenadas.

Conhecidas as coordenadas equatoriais do ponto central das quatro estrêlas, resta saber a sua posição a respeito do horizonte e do meridiano, nos instantes em que o poeta imagina ter feito as suas observações, isto é, resta determinar a sua altura e o seu ângulo horário. O ângulo horário duma estrêla, ângulo formado pelo seu círculo horário com o meridiano, obtêm-se subtraindo a ascensão recta do astro da ascensão recta do meridiano.

---

[1] *Rivista di Astronomia*, tom. VII, pág. 82.

Os instantes, em que Dante imagina as suas observações astronómicas, não são definidos com precisão, mas indicados com uma indeterminação poética. Assim, quando, ao romper de alva, diz:

> Lo bel pianeta che ad amar conforta
> Faceva tutto rider l'oriente
> Velando i Pesci che erano in sua scorta,

fica-se sabendo que, quando êle saiu *a riveder le stelle,* despontavam no oriente, ou tinham acabado de subir acima do horizonte, os Peixes; mas não fica esclarecido se se trata do signo dos Peixes ou da constelação do mesmo nome. O sr. Angelitti examina por isso as três hipóteses, a seguir formuladas: a primeira, que estivesse no horizonte oriental o ponto médio do signo dos Peixes, isto é, o 15.º gráu dêste signo; a segunda, que no horizonte do oriente se achasse o ponto médio da constelação dos Peixes, que se deve supôr correspondente ao 5.º gráu do signo de Áries, pois que, no tempo de Dante, as constelações zodiacais se estendiam desde o 20.º gráu do signo do mesmo nome até ao 20.º gráu do signo imediato; a terceira, que no horizonte oriental estava o primeiro ponto de Áries.

Na primeira hipótese, tem que se determinar a ascensão recta do meridiano, isto é, o gráu do equador que estava no meridiano, quando no horizonte oriental do Purgatório passava o 15.º grau do signo dos Peixes. Nos tempos do poeta chamava-se *ascendente* ao gráu da eclíptica que subia no horizonte oriental; e ao gráu do equador, que nele subia no mesmo instante, chamava-se *ascensão oblíqua* do ascendente. Subtraindo 90 gráus desta ascensão oblíqua, tinha-se o gráu do equador que então estava no meridiano, e portanto a ascensão recta do meridiano. Esta ascensão recta pode-se determinar, aplicando as fórmulas, ou as tábuas das ascensões oblíquas dos signos, ou empregando um globo celeste.

O emprêgo dos três processos levou o sr. Angelitti a adoptar a

$$\text{ascensão recta do meridiano} = 252^\circ\ 29',$$

para o instante em que no Purgatório ascende o ponto médio do signo dos Peixes [1]. Primeiro faz o cálculo por meio das fórmulas e refá-lo, em seguida, usando as tábuas que davam as ascensões oblíquas de vários pontos da eclíptica para os diversos climas, tábuas contidas nas obras astronómicas do tempo do poeta. O processo mais simples é,

---

[1] *Rivista di Astronomia,* tom. VII, pág. 148.

porêm, o do globo. Coloque-se um globo celeste na posição correspondente à latitude do Purgatório, com o polo austral numa altura de 32 gráus sôbre o horizonte. Faça-se girar o globo até que o 15.º gráu do signo dos Peixes se venha colocar no horizonte oriental. Leia-se então o gráu do equador que vem cair debaixo da armila mediana, e ter-se-há assim a ascensão recta do meridiano. Esta operação faz-se muito rápidamente, e os globos celestes do tempo de Dante permitiam uma leitura mais rigorosa do que os modernos.

Subtraindo da ascensão recta do meridiano, que era de 252° 29′, a ascensão recta do ponto central das quatro estrêlas do Centauro, que era de 174° 1′, obtemos o ângulo horário dêste ponto, de 78° 28′, contado desde o meridiano para oeste. O círculo horário do ponto central fazia pois, de manhã, do lado do ocidente, êste ângulo com o meridiano do Purgatório. Entre as observações matutinas e as da tarde mediaram 14 horas, ou 13 horas e meia, como já verificámos. Nesta primeira hipótese contamos como decorridas 14 horas, o que corresponde a um aumento de 210 gráus ($14 \times 15° = 210°$) no ângulo horário. Assim o círculo horário daquele ponto central foi-se movendo para oeste, com a rotação diurna do firmamento, até que, de tarde, quando o poeta imagina observar de novo as estrêlas, distava do meridiano um ângulo horário de 288° 28′, contado para oeste, ou, o que é o mesmo, distava do meridiano um ângulo de 71° 32′, contado para leste. Conclue-se pois que o círculo máximo, passando pelos polos do equador e pelo ponto central das quatro estrêlas, fazia de manhã, com o meridiano do Purgatório, um ângulo de 78° 28′ do lado do ocidente; e de tarde, um ângulo de 71° 32′, do lado do oriente. O ponto central estava pois de tarde um pouco mais próximo do meridiano, e portanto a maior altura sôbre o horizonte, do que de manhã.

A igual conclusão se chega nas outras duas hipóteses. Na segunda hipótese, em que se supõe ascender no horizonte oriental do Purgatório o 5.º gráu de Áries, ter-se-ia uma ascensão recta do meridiano de 275° 50′, e o ângulo horário do ponto central das quatro estrêlas seria, pela manhã, de 101° 49′, contado desde o meridiano para oeste. Na terceira hipótese, em que se supõe ascender no Purgatório o primeiro ponto de Áries, ter-se-ia uma ascensão recta do meridiano de 270°, e o ângulo horário daquele ponto central seria de 95° 59′, para oeste. Nestas duas hipóteses deve-se considerar menor o intervalo entre as observações matutinas e as vespertinas; contando decorridas só 13 horas e meia, juntaremos ao ângulo horário da manhã 202° 30′ ($13,5 \times 15° = 202°,5$), para ter o da tarde. Assim, na segunda hipótese, o ângulo horário seria, à tarde, de 304° 19′ para oeste, ou de

55° 41′, para leste. O círculo horário do ponto central formaria de manhã, com o meridiano, um ângulo de 101° 49′ para o lado do ocidente; e de tarde, um ângulo de 55° 41′, para o lado do oriente, estando portanto muito mais alto que de manhã. Na terceira hipótese, o ângulo horário seria, à tarde, de 298° 29′, para oeste, ou de 61° 31′, para leste. O círculo horário do ponto central formaria, de manhã, com o meridiano, um ângulo de 95° 59′, para o lado ocidental; e de tarde, um ângulo de 61° 31′ para o lado oriental, estando portanto então mais elevado sôbre o horizonte.

Do diálogo, travado entre Dante e Vergílio no momento das observações astronómicas vespertinas, resulta que as quatro estrêlas vão perto da sua passagem inferior pelo meridiano e portanto próximas da sua altura mínima sôbre o horizonte, tendo estado, no instante das observações matutinas, perto da passagem superior, e portanto próximas da sua altura máxima sôbre o horizonte. Não podemos pois supôr que estas estrêlas estivessem situadas junto das pernas do Centauro, porque, se assim fosse, resultaria, como acaba de mostrar a discussão feita nas três hipóteses consideradas, que as quatro estrêlas estariam no momento das observações da tarde mais altas do que de manhã, o que está em completo desacôrdo com as condições definidas pelo poeta.

Qualquer pessoa pode ter uma fácil confirmação do resultado a que acabamos de chegar, com o simples emprêgo dum globo celeste. Colocando um globo qualquer, mesmo um dos modernamente construídos, na posição correspondente ao Purgatório, isto é, com o polo austral elevado 32 gráus sôbre o horizonte, e trazendo o primeiro ponto de Áries ao horizonte do lado do oriente, verifica-se imediatamente que o Cruzeiro do Sul fica a oeste, num ângulo horário de cêrca de 85 gráus. No ano de 1300, em que as ascensões rectas destas estrêlas eram menores, do que hoje são, cêrca de 8 gráus, o ângulo horário devia ser duns 93 gráus. No momento das observações matutinas estava o Cruzeiro do Sul bem longe do meridiano, pois ia afastado dêle 93 gráus para ocidente. É tamanha a discordância com as indicações do poeta que se pode logo concluir que as quatro estrêlas não podem ser as do Cruzeiro, nem as de qualquer outro grupo, vizinho desta constelação, como aquele que temos vindo considerando.

Os propugnadores do Cruzeiro do Sul procuram as três *facelle* na região celeste que, tendo a mesma declinação dêste asterismo, dêle dista cêrca de 12 horas em ascensão recta. Rejeitado, porêm, o Cruzeiro, tem de renunciar-se a esta escolha do grupo das três estrêlas, porque elas não satisfariam também à condição de irem pró-

ximas do meridiano nos instantes das observações. E demais, a Achernar, que todos eles incluem entre as três, não era conhecida de Dante.

De tudo o que temos dito resulta já que não foi entre as estrêlas mais brilhantes do Centauro que Dante tomou as quatro *chiare stelle*. Tal hipótese involve erros incompatíveis com o grande saber astronómico do poeta e com a precisão e cuidado, que êle sempre põe nas suas afirmações. Não queremos porêm terminar esta análise, sem examinar a interpretação do Cruzeiro do Sul, ou antes, do grupo estelar que, mais racionalmente, o deve substituir, debaixo do ponto de vista da condição expressa no verso — «non viste mai fuor che alla prima gente».

Dum modo análogo ao já descrito para a época da viagem, deduzem-se das coordenadas eclípticas, relativas à época da criação, do ponto central do grupo de quatro estrêlas, o mais brilhante e mais compacto do Centauro, as seguintes coordenadas equatoriais:

ascensão recta = 125° 29′,
declinação = — 32 46.

Êste ponto central, tendo na época da criação uma declinação austral de 32° 46′, distava do polo sul 57° 14′, e era então visível de todos os lugares boreais de latitude geográfica inferior a 57° 14′. O grupo inteiro das quatro estrêlas podia ser visto nas latitudes boreais inferiores a 50°.

Os propugnadores do Cruzeiro, ou dum grupo estelar vizinho, teem entendido por *prima gente* os primeiros habitantes dos lugares situados numa latitude boreal de 30°. Verificámos que, na época da viagem, o ponto central do grupo, que vimos considerando, tinha uma declinação austral de 54° 21′ e distava portanto 35° 39′ do polo sul. Assim, não só o ponto central, mas todo o grupo, se podia observar na latitude boreal de 30°. A situação proposta da primeira gente nesta latitude geográfica tem pois de ser rejeitada, porque, em vez de serem aí as estrêlas visíveis apenas nos primeiros tempos depois da criação, como se pretende, elas continuaram a ser constantemente visíveis, e ainda o eram na época da viagem.

Na hipótese do Cruzeiro, ou dum grupo vizinho, a *prima gente*, se era aquela gente que nos primeiros tempos contemplou estas estrêlas e depois deixou de as ver, teria de ser pois colocada numa latitude bastante superior a 30°, na de 45°, por exemplo. Nesta latitude o ponto central das quatro estrêlas do Centauro deixaria de se ver,

quando êle atingisse a declinação austral de 45°. Como, segundo a teoria da oitava esfera de Ptolomeu, as latitudes das estrêlas se conservam constantes, aumentando as longitudes um gráu por século, é preciso determinar o valor que tomaria a longitude do ponto central, quando a sua declinação se tornasse igual a —45°, sabendo-se que a sua latitude celeste era sempre de —50° 18'. Há assim a resolver um problema de astronomia esférica — achar a longitude dum astro, cuja latitude celeste e declinação são dadas — o que podemos fazer pelo método analítico, pelo método gráfico ou por meio dum globo celeste. Os astrolábios esféricos do tempo de Dante permitiam resolver o problema com rapidez e exactidão [1]. A longitude do ponto central, correspondente àqueles valores de latitude e declinação, seria de 180° 20'; e como a longitude na época da criação era de 139° 50', teria havido um aumento de 40° 30' na longitude, o qual se teria efectuado num período de quarenta séculos e meio. Êste é o intervalo de tempo decorrido entre a época da criação e aquela em que o ponto central das estrêlas se havia de tornar invisível na latitude boreal de 45°. Os habitantes desta latitude teriam pois visto êste ponto durante 4.050 anos, tendo-se-lhes tornado circumpolar oculto pelo ano de 1150 a. C.

7. *A hipótese da Ara, segundo Rizzacasa.* — Foi Rizzacasa de Orsogna quem primeiro censurou os astrónomos que teem defendido a hipótese do Cruzeiro do Sul, por não terem sequer consultado um globo celeste, para verificarem se as estrêlas desta constelação ocupavam as posições indicadas pelo poeta; êle foi também quem primeiro procurou no catálogo de Ptolomeu as estrêlas dantescas. Tendo colocado um globo com o polo austral numa altura de 32 gráus sôbre o horizonte, e com o 255.° gráu do equador debaixo da armila meridiana, poude assim considerar o aspecto do céu como êle se ofereceria à observação dos poetas, na hora matutina da chegada ao Purgatório. A constelação da *Ara* ia próxima da sua passagem pelo meridiano. O Cruzeiro ia longe dêle do lado do ocidente, quási a meio do seu curso descendente; de tarde, passadas 14 horas, devia pois ir no hemisfério oriental a mais de meio do seu curso ascendente, de modo que estava mais alto que de manhã. Esta simples inspecção do globo celeste, que basta para se rejeitar a hipótese do Cruzeiro, ou dum grupo vizinho, chamou a atenção de Rizzacasa para a constelação da Ara.

---

1 *Rivista di Astronomia*, tom. VII, págs. 466 a 470.

A Ara, também chamada *Lar* e *Turíbulo*, é a constelação n.º 46 do catálogo ptolomaico, formada por sete estrêlas, cujas coordenadas e grandezas, segundo Ptolomeu, se resumem no quadro junto, pela ordem crescente das longitudes [1]:

Constelação da Ara

Número da estrêla	Longitude	Latitude	Grandeza
1	Escorpião 20° 40′ = 230° 40′	— 30° 20′	5
2	Escorpião 20 50 = 230 50	— 34 15	4
3	Escorpião 25 0 = 235 0	— 33 20	4
4	Escorpião 25 10 = 235 10	— 34 10	4
5	Escorpião 26 20 = 236 20	— 26 30	4
6	Escorpião 27 40 = 237 40	— 22 40	5
7	Sagitário 3 0 = 243 0	— 25 45	4

Estas sete estrêlas são todas pouco brilhantes, pois estão classificadas na quarta e quinta grandezas. Rizzacasa, porém, reportando-se à origem mitológica da constelação da Ara e à teoria da sua influïção [2] segundo Arato, entende que as quatro *chiare stelle* são as quatro primeiras da tabela, e que as três *facelle* são as três últimas, tendo estas estrêlas, apesar da sua pequena grandeza, sido escolhidas por Dante por causa da sua importância mitológica.

A inspecção da coluna das latitudes mostra logo como se fez naturalmente a separação dos dois grupos de estrêlas, de que resultou a figura da constelação: as últimas três, mais próximas do equador, formam a base da constelação; as quatro primeiras formam, do lado do polo, as chamas do fogo que arde em cima do lar ou altar. Quando a Ara vem na sua passagem inferior pelo meridiano, as quatro estrêlas das chamas estão mais altas que as três da base; Rizzacasa, porêm, supõe que Dante imaginara a constelação colocada numa posição invertida, tendo êste equívoco levado o poeta a considerar, nas observações da tarde, as quatro estrêlas mais baixas que o grupo

[1] *Rivista di Astronomia*, tom. VI, pág. 844.

[2] Que *influïçam* de sinos & de estrellas!
(*Os Lusíadas*, V, 23).

das três. Imaginando assim a Ara, com as chamas voltadas para o equador e a base do lado do polo antártico, quando ela de manhã ia próxima da passagem superior meridiana, as quatro estrêlas das chamas deviam ficar por cima das três da base; de tarde, depois da pas-



FIGURA DA CONSTELAÇÃO DA ARA,
reproduzida dos *Libros del saber de astronomia*[1].

sagem inferior, a constelação tinha já executado meia volta, as quatro estavam por baixo, tendo as três passado para cima delas. É esta inversão na posição relativa dos dois grupos, operada pelo movimento diurno, que, segundo Rizzacasa, o poeta exprime quando faz dizer a Vergílio:

«Le quattro chiare stelle
Che vedevi staman, son di là, basse,
E queste son salite ov'eran quelle».

É uma interpretação bem diferente da que se dá a estes versos na hipótese do Cruzeiro.

---

[1] As estrêlas n.os 1 a 4, da tabela, são as quatro que se vêem no meio das chamas; as outras três estão na base da constelação, a n.º 5 no meio e em cima, e as n.os 6 e 7 nos extremos do friso, em baixo. Esta figura está no centro da «Rueda de las estrellas del *Fogar*», que se encontra em frente da pág. 114 do tom. 1 dos *Libros del saber de astronomia del Rey D. Alfonso X de Castilla*. Os astrónomos Afonsinos conservaram as latitudes de Ptolomeu e transportaram as longitudes para o ano de 1251 da era vulgar, juntando-lhes 17° 8'.

pelo método analítico, pelo método gráfico, ou, muito fácilmente, pelo emprêgo dum globo celeste.

Na primeira hipótese, o ponto central tinha de tarde, no Purgatório, as seguintes coordenadas horizontais:

azimute	= 333° 31',
distância zenital	= 88 33,
altura	= 1 27.

O azimute é contado desde o ponto sul do horizonte para oeste. O ponto central tinha surgido havia pouco, achando-se apenas na altura de cêrca de 1 gráu e meio. A constelação da Ara estava pois aproximadamente metade acima, e metade abaixo, do horizonte.

Na segunda hipótese, as coordenadas horizontais são:

azimute	= 326° 4',
distância zenital	= 81 47,
altura	= 8 13.

O ponto central estava a pequena altura, de cêrca de 8 gráus, sôbre o horizonte. A constelação tinha acabado de surgir, toda, acima do horizonte.

Na terceira hipótese, as coordenadas horizontais são:

azimute	= 328° 39',
distância zenital	= 84 27,
altura	= 5 33.

O ponto central estava cêrca de 5 gráus e meio sôbre o horizonte, e a constelação vinha, quási toda, acima do horizonte.

A interpretação de Rizzacasa, que reune num mesmo asterismo as quatro estrêlas da manhã e as três *facelle* da tarde, não é contrariada pelos resultados que acabamos de resumir. A constelação da Ara satisfaz a condição, geralmente exigida, de se achar, de manhã, perto da sua culminação no meridiano. No momento das observações da tarde ela já se elevava, metade pelo menos, acima do horizonte, podendo pois ver-se as três estrêlas que, segundo as suposições feitas, então deviam estar acima do grupo das quatro. Mas aqui se apresenta uma dificuldade na interpretação de Rizzacasa, pois, estando tão baixas as estrêlas da Ara, mal pode dizer-lhes respeito a pregunta de Vergílio a Dante: «Figliuol, che lassù guarde?». Tal pregunta faz supôr que as três *facelle* iam bem altas no firmamento.

Vejamos finalmente as condições de visibilidade das estrêlas da Ara, desde a época da criação. Das coordenadas eclípticas do ponto

central da Ara, atrás registadas, deduzem-se, as seguintes coordenadas equatoriais, para a época da criação:

ascensão recta = $169°\ 10'$,
declinação = $-\ 27\ \ 45$.

O ponto central distava pois 62° 15' do polo sul, e era por isso visível de todos os lugares do hemisfério boreal de latitude geográfica inferior a 62° 15'. E toda a constelação da Ara se podia observar dos lugares da Terra de latitude boreal inferior a 56 gráus, na época da criação.

Consideremos, em especial, os habitantes duma latitude boreal de 45°. Para estes, o ponto central da Ara tornar-se-ia invisível quando atingisse uma declinação austral de 45°. Como a latitude celeste dêste ponto era constantemente igual a $-29°\ 34'$, procure-se a longitude correspondente a tal latitude e a uma declinação de $-45°$. Acha-se assim uma longitude celeste de 227° 14', a qual é 45° 3' maior do que a longitude de 182° 11', que o mesmo ponto tinha na época da criação. Seria pois necessário que decorressem quarenta e cinco séculos, desde esta época, para que o ponto central se tornasse circumpolar oculto para aqueles habitantes, o que sucederia pelo ano de 700 antes de Cristo. Assim, na interpretação de Rizzacasa, a *prima gente* podia ser a gente que habitou, nos primeiros quarenta e cinco séculos, os lugares da Terra situados por 45° de latitude boreal.

8. *A hipótese da Ara, segundo Angelitti.* — O sr. Angelitti aceita, da explicação de Rizzacasa, apenas a identificação das quatro estrêlas da manhã com as que formam as chamas da Ara, excluindo dêste asterismo as três estrêlas da tarde. Desagradando-lhe também supôr, com Rizzacasa, que Dante, por equívoco, tivesse invertido a posição real da Ara, restitue esta à sua verdadeira situação com a base do lado do equador, de modo que, quando a Ara surgia no horizonte, as quatro estrêlas das chamas, mais próximas do polo austral, nasciam primeiro, e em qualquer das três hipóteses, atrás consideradas, eram já visíveis no momento das observações da tarde.

E assim como os propugnadores do Cruzeiro do Sul procuraram o grupo das três estrêlas numa região celeste com a mesma declinação do Cruzeiro, mas distante dêle dôze horas em ascensão recta, o sr. Angelitti foi procurá-las na região celeste que, tendo a mesma declinação das chamas da Ara, precede esta constelação 10 horas em ascensão recta; de maneira que, quando, decorrido o intervalo de quatorze horas entre as observações da manhã e as da tarde, as quatro

estrêlas das chamas se vêem a pequena altura acima do horizonte, as três estrêlas vão altas, pouco depois da sua passagem superior pelo meridiano, aproximadamente na mesma posição que o grupo das quatro ocupava de manhã. Satisfazem a condição requerida as três estrêlas, registadas em último lugar, com os números 43, 44 e 45, na constelação de Argo, no catálogo de Ptolomeu. A estrêla 44 é a Canopo, α *Argus*, de primeira grandeza. As estrêlas 43 e 45 identificam-se respectivamente com as que actualmente se designam por ν *Puppis* e τ *Puppis*. A grandeza destas duas é classificada por Ptolomeu como *terceira magna*, devendo portanto colocar-se entre a segunda e a terceira grandeza.

A interpretação de Rizzacasa, assim modificada pelo sr. Angelitti, satisfaz bem as condições em que o poeta define a posição dos dois grupos de estrêlas, exceptuando uma. Nem as estrêlas da Ara, nem as três escolhidas na Argo, estão suficientemente vizinhas do polo austral, para junto do qual Dante dirige os olhos cheios de curiosidade:

> Gli occhi miei ghiotti andavan pure al cielo
> Pur là dove le stelle son più tarde,
> Sì come ruota più presso allo stello.

9. *A hipótese de serem ficticias as estrêlas.* — Muitos comentadores entendem que, nem as quatro *chiare stelle* da manhã, nem as tres *facelle* da tarde, devem ser procuradas entre as estrêlas já catalogadas no tempo de Dante, por serem todas elas astros ficticios. As estrêlas conhecidas do poeta, em número de 1.022, «secondochè li savii d'Egitto hanno veduto, infino all' ultima stella che appare loro in meridie», eram as do catálogo de Ptolomeu, observadas em Alexandria, numa latitude boreal de 31°. Das quatro estrêlas da manhã, diz Dante expressamente que elas não forem vistas senão pela *prima gente*, nada dizendo, a tal respeito, do grupo das três. Se as sete estrêlas são ficticias, êle deve tê-las imaginado naquela região celeste que, desde a criação até ao seu tempo, tendo-se em consideração o duplo movimento do céu estrelado, nunca poude ser vista senão pelos habitantes da zona terrestre compreendida entre o equador e o paralelo de 31° de latitude boreal. Estes habitantes constituiriam a primeira gente, não por ordem do tempo, mas pela ordem de situação no globo, contada desde o equador. Em contraposição à primeira gente haveria um *settentrional vedovo sito*, região privada da vista daquelas estrêlas pela sua posição ao norte da latitude boreal para a qual tais estrêlas seriam de perpétua ocultação.

É natural, porêm, supôr-se que, em vez de limitar a zona da «primeira gente» pelo paralelo de Alexandria, o poeta pensasse antes no

paralelo de Jerusalêm, que mais lhe importava considerar, situado em 32 gráus de latitude boreal, 1 gráu apenas mais ao norte, e donde também as 1.022 estrêlas eram, de facto, todas visíveis. O Purgatório ficava numa posição antípoda de Jerusalêm, de forma que a calote celeste, circumpolar oculta na latitude de Jerusalêm, era precisamente a calote circumpolar aparente no Purgatório. Na latitude boreal de 32 gráus, é circumpolar oculta a calote celeste, tendo por base o círculo descrito em tôrno do polo sul, com um raio esférico de 32 gráus. Dentro desta calote devem ter ficado constantemente compreendidas as quatro estrêlas, durante todo o tempo decorrido desde a criação até à época da viagem, para delas se poder dizer que nunca tinham sido vistas senão pela primeira gente, se esta gente é constituída pelos habitantes dos lugares boreaes de latitude inferior a 32 gráus; satisfeita essa condição, elas não podiam ter sido vistas dos lugares ao norte do paralelo boreal de 32 gráus.

Na hipótese de serem fictícias as estrêlas, podem, dentro de certos limites, escolher-se arbitràriamente as suas posições. Vamos resumir uma das soluções propostas pelo sr. Angelitti.

Os dois grupos estelares teem a mesma declinação austral, mas o das três precede dez horas, em ascensão recta, ao grupo das quatro. Estas formam uma cruz com a haste dirigida para o polo austral da eclíptica, tendo portanto a mesma longitude, tanto a estrêla do pé como a da cabeça da Cruz fictícia. O grupo das três forma um triângulo equilátero, com uma das bissectrizes na direcção do polo sul da eclíptica.

Como Dante diz que, de tarde, as três *facelle* tinham *subido* ao lugar que as quatro ocupavam de manhã, deve supôr-se que êste lugar era antes da passagem superior pelo meridiano pois que, se esta passagem se tivesse já efectuado, o movimento das estrêlas seria então de *descida*. E como também diz que as quatro *chiare stelle* iam, à tarde, baixas, pode supôr-se que elas estavam no meridiano, debaixo do polo do equador, na sua passagem inferior. De manhã, quatorze horas antes, elas estavam pois do lado oriental, duas horas antes da sua passagem superior pelo meridiano e portanto num ângulo horário de 330 gráus. Atribua-se ao pé da Cruz fictícia êste ângulo horário de 330 gráus, contados no sentido do movimento diurno, no momento das observações matutinas. Dê-se-lhe uma declinação austral de 80 gráus, sendo portanto a sua distância polar de 10 gráus. Assim a estrêla do pé ficará suficientemente vizinha do polo sul,

> ... là dove le stelle son più tarde,
> Si come ruota più presso allo stelo.

A ascensão recta do meridiano, limitando-nos à primeira hipótese, de ascender, de manhã, no horizonte do Purgatório o 15.º gráu do signo dos Peixes, era, como sabemos, de 252° 29'. Como o pé da Cruz fictícia se achava então 30° para leste do meridiano, a sua ascensão recta era de 282° 29'. A esta ascensão recta e a uma declinação de −80°, correspondem uma longitude celeste de 273° 55' e uma latitude celeste de −56° 40', para a época da viagem, valores estes que se podem obter pelo método analítico, gráfico ou mecânico, como na resolução do problema inverso.

Para termos a longitude e a latitude na época da criação, devemos conservar a mesma latitude de 56° 40', segundo as ideias de Dante, e subtraír 65° da longitude, visto terem decorrido sessenta e cinco séculos entre as duas épocas, o que dá uma longitude celeste de 208° 55'. A estas coordenadas eclípticas correspondem uma ascensão recta de 169° 27', e uma declinação de −60° 43', e portanto uma distância polar de 29° 17'.

A distância polar da estrêla do pé da Cruz fictícia era, na época da criação, de 29° 17' e, na da viagem, de 10°. Ela veiu sempre deminuindo durante os sessenta e um primeiros séculos desde a criação, como vamos ver, até atingir o valor mínimo de 9° 50', e aumentou em seguida, nos quatro séculos anteriores à viagem, até tomar o valor de 10°. A estrêla conservou-se pois sempre invisível nos lugares situados ao norte do paralelo boreal de 32 gráus.

A cabeça da Cruz fictícia considera-se formada por uma estrêla, com a mesma longitude da do pé, e com uma latitude celeste menor cêrca de 3° 44', de modo que a haste da Cruz tem uma extensão de cêrca de sete vezes o diâmetro da Lua. Verifica-se que também esta estrêla se conservaria invisível nas latitudes boreaes superiores a 32 gráus.

Como vimos no n.º 2 dêste Capitulo (pág. 189), obtêm-se o valor máximo, ou o mínimo, de declinação duma estrêla, atingidos com o movimento lento do firmamento, somando à sua latitude celeste, ou subtraindo dela, os gráus de inclinação da eclíptica sôbre o equador. Assim a estrêla do pé da Cruz fictícia teria a declinação máxima, austral, de 56° 40' + 23° 30' = 80° 10'. Como a estrêla é austral, êste valor seria atingido quando ela estivesse no semi-coluro dos solstícios que passa pelo princípio de Capricórnio, isto é, quando a sua longitude fosse de 270°. A declinação teria o valor mínimo de 56° 40' − 23° 30' = 33° 10', quando a estrêla estivesse no semi-coluro dos solstícios que passa pelo princípio de Câncer, isto é, quando a sua longitude fosse de 90°. Assim esta estrêla, que, na época da criação, tinha uma longitude celeste de 208° 55' e uma declinação austral de 60° 43',

a que corresponde a distância polar de 29° 17′, teria, volvidos aproximadamente sessenta e um séculos, uma longitude de 270°, adquirindo então a declinação máxima austral de 80° 10′, a que corresponde a distância polar mínima de 9° 50′. Depois, durante os quatro séculos decorridos até à época da viagem, a longitude aumentaria até 273° 55′, e a declinação deminuiria até 80°, sendo portanto de 10° a distância polar.

Como a mínima declinação, atingida pela estrêla do pé da Cruz, durante o movimento lento do firmamento, é de 33° 10′, a calote do globo terrestre, limitada pelo paralelo traçado em tôrno do polo norte com um raio esférico de 33° 10′, é a calote de *perpétua ocultação* para esta estrêla. O paralelo terrestre, de 56° 50′ de latitude geográfica boreal, destaca pois para o norte, sôbre a superfície da Terra, uma calote para a qual a estrêla é de perpétua ocultação. Os lugares, nela situados, constituiriam o *settentrional vedovo sito,* em relação ao pé da Cruz fictícia.

Não entraremos em mais particularidades. Admitindo que Dante imaginou os seus dois grupos de estrêlas na região circumpolar austral, inobservada pelos astrónomos do Egito, outras soluções se podem formular, alêm da que acabamos de resumir, satisfazendo a todas as condições de posição indicadas pelo poeta. Essas soluções podia Dante ter visto, num simples volver de olhos, sôbre um globo celeste. Êle teria assim deixado as suas quatro *chiare stelle* e as três *facelle* numa indeterminação poética.

9. *Conclusão.* — Das três interpretações, cuja análise acabamos de fazer, aquela que considera fictícias as estrêlas dantescas, e à qual se inclina o sr. Angelitti, é a que satisfaz a todas as indicações do poeta. A interpretação da *Ara,* de Rizzacasa, com a própria modificação introduzida pelo sr. Angelitti, não chega a satisfazer completamente. A hipótese, porêm, do *Cruzeiro do Sul* é inaceitável, como ficou bem patente. Esta última conclusão é a que sobretudo nos importa.

Alguns comentadores dos *Lusíadas* aproximam da primeira parte da estância V, 14:

Ia descuberto tinhamos diante
La no nouo Hemisperio, noua estrella
Não vista de outra gente, que ignorante
Algũs tempos esteue incerta d'ella,

a passagem do *Purgatório:*

... e vidi quattro stelle
Non viste mai fuor che alla prima gente,

dando como certo que à *nova* estrêla, isto é, à *nova* constelação, de que fala CAMÕES, já Dante aludia com as suas *quattro stelle*. Fica provado o êrro de tal opinião, que tem tido o inconveniente principal de contrariar o reconhecimento da origem portuguesa do Cruzeiro, justamente registada por CAMÕES naqueles versos.

Provam esta origem: o *Tratado da Agulha de marear* do piloto João de Lisboa, redigido em 1514, onde se ensina o uso náutico do Cruzeiro do Sul; e a carta que a D. Manuel escreveu, de Vera Cruz, o físico M.e João, piloto de Cabral, em 1 de maio de 1500, falando-lhe já desta constelação. Vimos, no anterior Capítulo, como as quatro estrêlas da *mandorla* descrita na carta de Vespúcio, de 18 de julho de 1500, não podem ser as do Cruzeiro. Finalmente, acabou de mostrar-se que também a êste asterismo não pertencem as quatro estrêlas de Dante.

Não pode pois restar dúvida que foram os marinheiros portugueses que souberam destacar no firmamento êste grupo estelar, tão próprio para lhes servir de guia nas navegações austrais. CAMÕES enaltece, no seu imortal poema, êste honroso facto, que bem prova o saber astronómico dos navegadores portugueses, os quais descobriram, não só novas terras e novos mares, mas, «o que mais é, novo céu, novas estrêlas».

Indice remissivo das estâncias comentadas

Colocação das estampas

